Materialismul dialectic
și științele moderne • vol. XV

EPISTEMOLOGIE
orientări contemporane

editura politică

Scanned with OKEN Scanner

Materialismul dialectic
și
științele moderne
Vol. XV

EPISTEMOLOGIE
Orientări contemporane

Selecția textelor,
comentarii și bibliografie de
dr. ILIE PÂRVU

Editura politică, București — 1974

Scanned with OKEN Scanner

Intenția acestei antologii este să prezinte principalele probleme și orientări din epistemologia contemporană. Selecția textelor a avut în vedere mai multe obiective. Ne-am propus, în primul rînd, realizarea unui instrument de lucru util unei largi categorii de oameni interesați de problemele actuale ale teoriei științei. Am încercat să răspundem acestei exigențe prin modul în care am ales și am organizat (tematic) textele. Fiecare secțiune începe cu o introducere care structurează tematica secțiunii, îi explică problemele și formulează diferitele soluții la aceste probleme, prezente în literatura epistemologică. Nici o carte nu poate include toate studiile de valoare care au fost publicate în epistemologia străină în vremea noastră. De aceea am adăugat volumului o bibliografie selectivă, menită să fie un ghid de studiu al literaturii epistemologice deosebit de complexe apărute în etapa actuală.

Am dorit, în al doilea rînd, să prezentăm temele care concentrează cercetările, dialogul și confruntările principalelor școli epistemologice moderne. Pentru aceasta am ales studiile în care sînt exprimate și comentate pozițiile fundamentale în problemele teoriei științei. Am încercat, pe cît ne-a fost posibil, să prezentăm textele clasice ale epistemologiei contemporane, ideile marilor creatori ai științei moderne și, în același timp, punctele de vedere și ipotezele formulate de cercetătorii cei mai remarcabili din ultima vreme.

Am conceput această antologie ca o completare a literaturii de epistemologie din țara noastră, căutînd să evităm suprapunerile, traducerile din unii autori suprasolicitați, binecunoscuți publicului nostru din alte

Scanned with OKEN Scanner

surse. Pentru a oferi, totuși, o imagine globală corectă a tendințelor din epistemologia actuală, am încercat să suplinim lacunele selecției, justificate și prin întinderea ei, prin comentariile introductive.

Sperăm că această antologie va oferi un sens autentic al problemelor, dificultăților și potențialităților inerente diferitelor orientări din epistemologia de azi. În pregătirea și realizarea acestei cărți, am primit un ajutor deosebit de prețios din partea profesorilor Jaakko Hintikka (Stanford University și Helsinki University) și Mario Bunge (McGill University, Montreal), cărora ținem să le mulțumim pe această cale.

ILIE PÂRVU

Scanned with OKEN Scanner

Cuprins

SECŢIUNEA I
VARIETĂŢILE EPISTEMOLOGIEI CONTEMPORANE 9

Introducere 11

GASTON BACHELARD
O critică preliminară a conceptului de frontieră epistemologică 26

WILLARD VAN ORMAN QUINE
Două dogme ale empirismului 33

FERDINAND GONSETH
Problema limbajului şi deschiderea la experienţă . . . 61

KARL POPPER
Epistemologia fără subiect cunoscător 69

M. V. MOSTEPANENKO
Experimentul ideal şi problema formării cunoaşterii teoretice 121

SECŢIUNEA A II-A

ORIENTĂRI METODOLOGICE ACTUALE ÎN CRITICA ŞTIINŢEI 133

Introducere 135

JAAKKO HINTIKKA
Inferenţă, informaţie şi adevăr 142

MARIO BUNGE
Teoria ştiinţifică 214

PATRICK SUPPES
Dezirabilitatea formalizării în ştiinţă 268

Scanned with OKEN Scanner

SECȚIUNEA A III-A
EPISTEMOLOGIA MATEMATICII 285

Introducere 287

ALFRED TARSKI
Adevăr și demonstrabilitate 293

KURT GÖDEL
Ce este problema continuului a lui Cantor ? 317

LUITZEN EGBERTUS JAN BROUWER
Cunoștință, filosofie și matematică 339

HAO WANG
Proces și existență în matematică 348

SECȚIUNEA A IV-A
EPISTEMOLOGIA FIZICII 357

Introducere 359

ALBERT EINSTEIN
Asupra metodei fizicii teoretice 366

NIELS BOHR
Asupra noțiunilor de cauzalitate și complementaritate 371

WERNER HEISENBERG
Limbaj și realitate în fizica modernă 380

BORIS G. KUZNEȚOV
Despre stilul gîndirii fizice a secolului al XX-lea . . 396

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ 409

Scanned with OKEN Scanner

Secţiunea I

VARIETĂŢILE EPISTEMOLOGIEI CONTEMPORANE

Scanned with OKEN Scanner

INTRODUCERE

Pentru a se defini situaţia epistemologiei actuale, se vorbeşte în mod frecvent despre necesitatea unei „reconstrucţii epistemologice", a unui nou spirit epistemologic, capabil să coopereze cu ştiinţa în elaborarea faptului ştiinţific. Epistemologia trebuie să depăşească caracterul speculativ şi, uneori, epigonic al momentelor sale anterioare, pentru a putea participa, alături de ştiinţă, la construcţia cunoaşterii. Epistemologia filosofică clasică, cu toată funcţia sa de completare şi valorizare a ştiinţei, era aproape exclusiv speculativă, reflexivă. Ea intervenea ulterior construcţiilor ştiinţei, preluînd şi prelungind un element nou apărut în cadrul acesteia, regîndindu-i posibilitatea şi modalitatea existenţei noetice, cel mai adesea însă canonizîndu-l, absolutizîndu-l şi extinzîndu-l *a priori* asupra întregii cunoaşteri. Noutatea remarcabilă a epistemologiei actuale o constituie tendinţa ei de a depăşi această stare, pentru a deveni din reflecţie exterioară şi ulterioară asupra ştiinţei un moment esenţial, indispensabil al construcţiei acesteia. Tendinţa criticii teoretice a ştiinţei de a se insera activ în mersul cunoaşterii este convergentă cu tendinţa ştiinţei de a-şi încorpora un nivel metateoretic explicit, de a pune şi a decide problemele metaştiinţifice cu propriile ei mijloace, la nivelul propriilor ei teorii.

Apropierea epistemologiei şi a ştiinţei se realizează pe fondul unor mari transformări petrecute în structura şi procesele interne ale ştiinţei, al „poblematizării" ştiinţei. Ştiinţa actuală cunoaşte o adevărată revoluţie conceptuală. Alături de dezvoltarea unor discipline ştiinţifice noi, avînd o relevanţă metodologică şi filosofică deosebită

Scanned with OKEN Scanner

(cibernetica, teoria sistemelor, teoria informației, logica științei), știința, în ramurile ei „clasice", parcurge o profundă transformare conceptuală și metodologică.

În domeniul fizicii au apărut unele teorii care au schimbat radical cadrul ei conceptual, stilul de gîndire. Ele au afirmat, așa cum se subliniază adesea, o bază conceptuală „neclasică" pe care se vor dezvolta noile ipoteze teoretice. Teoria relativității și mecanica cuantică au revoluționat reprezentările asupra spațiului, timpului și cauzalității, propunînd un nou concept al realității fizice. Ideea complementarității, născută din încercările de a interpreta fizic (și filosofic) coerent formalismul teoriei cuantice, s-a propagat în toate domeniile cunoașterii, inițiind un mod complementar de descriere și explicare a fenomenelor. Se afirmă uneori că, dacă teoria relativității a modificat raportul geometriei cu fizica, al formalismului matematic cu interpretarea fizică, mecanica cuantică a afectat însăși structura logică a teoriei fizice, producînd o serie de sisteme logice care explicitau situația „neclasică" a acestei științe. Logica cuantică devine astfel, alături de logica intuiționistă, a doua logică neclasică cu o aplicație directă în mediul științei.

Dintre realizările cele mai semnificative ale matematicii și logicii din această perioadă menționăm: a) dezvoltarea concepției asupra matematicilor ca științe ale structurilor; b) extinderea punctului de vedere axiomatic în tratarea acestor structuri; c) precizarea noțiunii de demonstrație matematică, formularea unor concepții formaliste și constructiviste asupra naturii și structurii demonstrației matematice; d) demonstrarea unor teoreme fundamentale cu implicații epistemologice deosebite: teoremele lui Gödel, Tarski, Church, Löwenheim-Skolem, Cohen; e) apariția teoriei categoriilor, în cadrul căreia se discută actualmente problemele fundamentării matematicii.

Știința actuală acordă o atenție remarcabilă mijloacelor ei de expresie, limbajului științific. S-au constituit domenii specializate ale științei (sintaxa, semantica și pragmatica), avînd ca obiect de studiu semnificația discursului științific. Abordarea semiotică permite o reformulare multidimensională a problemelor și conceptelor teoretice și metateoretice, avînd relevanța unei „analize spectrale".

Scanned with OKEN Scanner

O altă modificare structurală a ştiinţei actuale o reprezintă dezvoltarea cercetării interdisciplinare. Fuziunea teoretică şi metodologică a unor ramuri ale cunoaşterii, pînă acum dezvoltate separat, permite transferul reciproc de concepte şi metode, de tehnici şi experienţe între domeniile ştiinţei, contribuind la progresul general al cunoaşterii.

Ştiinţa contemporană se prezintă ca o cunoaştere deschisă, susceptibilă de reevaluări şi revizuiri, şi aceasta în condiţiile creşterii deosebite a valorilor ei de eficacitate, coerenţă şi adecvare. Progresul cunoaşterii ştiinţifice presupune o dublă mişcare, constructivă şi reflexivă. Cunoaşterea nu evoluează doar extensiv, invadînd teritorii din ce în ce mai vaste, juxtapunînd rezultatele noi la cele anterioare pe un fond imuabil, activînd într-un cadru conceptual neafectat de noile invenţii, la adăpostul unor puncte de plecare (categorii, postulate, operaţii) absolut închise, folosind structuri şi instrumente raţionale invariabile. Dimpotrivă, descoperirile şi creaţiile ei remarcabile au obligat-o să-şi regîndească nu numai propriile-i conţinuturi specifice anterioare, ci şi ipotezele generice, postulatele existenţiale şi gnoseologice, sau infrastructurile intelective care ghidează, în unitatea lor intimă, spiritul cunoscător.

În acelaşi timp, cunoaşterea actuală manifestă într-o măsură mai mare ca oricînd unitatea celor două linii esenţiale de progres ale sale: pe de o parte, o specializare adîncă spre domenii restrînse, dirijată de o serie de tehnici formale şi experimentale, de analiză şi interpretare, iar pe de altă parte o mai profundă unificare a disciplinelor ştiinţifice, pe temeiul matematizării şi al utilizării în comun a unor procedee moderne de construcţie sau reconstrucţie teoretică (axiomatizarea, modelarea, formalizarea).

În raport cu stadiile anterioare, ştiinţa actuală, puternic instrumentalizată şi folosind un limbaj din ce în ce mai abstract, simbolic şi specializat, se îndepărtează tot mai mult de cunoaşterea comună şi de valorile acesteia transpuse în plan filosofic, fără soluţie de continuitate, de către epistemologiile elementare de genul realismului naiv sau empirismului tradiţional. Ea tinde dinăuntru, în mod explicit, spre propria-i critică metodologică şi gnoseologică,

Scanned with OKEN Scanner

spre alte orizonturi filosofice capabile să-i elucideze demersurile, procedeele şi structura sa, spre o filosofie aptă să conlucreze cu ştiinţa în elaborarea „faptului ştiinţific". Pe scurt, revoluţia contemporană din ştiinţă a cristalizat un nou „stil de gîndire".

Apropierea epistemologiei de realitatea ştiinţei, în condiţiile complexităţii şi problematizării ştiinţei actuale, a generat o dublă tensiune în cadrul teoriei ştiinţei: *diversificarea* şi complicarea discursului epistemologic, pe de o parte, şi *unificarea*, la un nivel superior, ne-reductivă, a tendinţelor epistemologiei contemporane, pe de altă parte. Reflecţia asupra ştiinţei se dispersează într-o serie de curente, ramuri, orizonturi inegal dezvoltate, utilizînd tehnici şi instrumente de analiză diferite, inspirîndu-se din programe filosofice eterogene. „Faptul epistemologic" este mult mai complex astăzi decît în perioada ştiinţei clasice. El există atît sub forma unor epistemologii *generale*, aparţinînd marilor filosofii ale ştiinţei, dezvoltate însă cu un plus de tehnicitate şi asimilîndu-şi o perspectivă multiplă, cît şi sub forma epistemologiilor *interne*, etaje reflexiv-problematice proprii fiecarei discipline mature, degajîndu-se direct din activitatea ştiinţifică. La ambele nivele ale cercetării epistemologice au apărut abordări diferite, ireductibile. Prinderea specificităţii diverselor demersuri cognitive, asimilarea epistemologică a experienţelor multiple ale ştiinţei se realizează în cadrul unui pluralism epistemologic, singurul în stare să se acorde diversităţii stărilor şi dimensiunilor cunoaşterii ştiinţifice. Gaston Bachelard a subliniat adesea pluralismul şi vocaţia polemică internă a noului spirit epistemologic. În acelaşi timp se afirmă şi tendinţa complementară de unificare internă a epistemologiei contemporane. Ea este evidentă prin îndepărtarea de exclusivismul propriu şcolilor filosofiei ştiinţei din prima jumătate a secolului nostru. Integrarea pluralităţii exigenţelor exprimate de orientările epistemologice actuale presupune, pe lîngă un efort metateoretic de clarificare şi explicitare conceptuală, şi participarea efectivă a unor discipline ştiinţifice avînd o relevanţă metodologică mai generală. Multe speranţe se pun în colaborarea epistemologiei cu matematica, aceasta putînd răspunde atît nevoii de analiză, rafinare şi elucidare a conceptelor

Scanned with OKEN Scanner

epistemologice, cît şi necesităţii unificării perspectivelor epistemologiei. Ideile matematice de invariant, structură, model, grup, probabilitate, latice, relaţie de echivalenţă etc. au fost adesea folosite în analiza noţiunilor şi problemelor epistemologice. Viziunea axiomatică, proprie matematicilor contemporane, a influenţat profund epistemologia actuală, relevîndu-i un nou tip de abstracţie, cea axiomatică, operînd la nivelul marilor sisteme teoretice (pe baza independenţei postulatelor sau conceptelor), sursă majoră de construcţie şi unificare neformală a cunoaşterii. În acelaşi timp, matematizarea ştiinţei actuale a permis convergenţa marilor variante ale epistemologiei generale. Realismul s-a apropiat de înţelegerea constructivităţii şi caracterului simbolic al cunoaşterii, abandonînd dogma constatării, corespunzînd trecerii de la postularea unui obiect cu o valoare de realitate directă în experienţa comună, la un obiect pe care-l putem desemna ca un obiect „secund", un obiect precedat de o teorie. Raţionalismul şi-a asimilat ideea devenirii şi deschiderii structurilor noetice în raport cu experienţa, părăsind apriorismul absolut şi limitarea la un singur mod de raţionalizare a lumii. Pozitivismul a renunţat la unele exigenţe restrictive, acordînd un rol mai important elementului tematic în cunoaşterea experienţială, lărgind înţelesul limbajului ştiinţific, depăşind dificultăţile singularizării analizei logice, mijlocul prin care se prepară ideile epistemologice pentru a putea fi direct confruntate cu ştiinţa.

Apropierea reflecţiei epistemologice de construcţia ştiinţifică, pierderea caracterului ei exterior şi speculativ au condus astfel la diversificarea ei, la o pluralitate de epistemologii, centrate pe anumite caracteristici ale ştiinţei, răspunzînd unor exigenţe speciale ale acesteia. În acelaşi timp, prin matematizarea crescîndă a ştiinţei actuale, prin utilizarea tot mai largă a metodelor axiomatizării şi formalizării, prin extinderea perspectivei relaţionale şi structurale în locul celei ontologice, ştiinţa actuală pregăteşte condiţiile realizării unui pluralism epistemologic integrat, a unei sinteze epistemologice avînd o valoare ştiinţifică şi o semnificaţie filosofică şi culturală de prim ordin.

În cîmpul teoriilor epistemologice actuale se pot distinge două orizonturi: epistemologiile generale — pre-

Scanned with OKEN Scanner

lungiri ale marilor sisteme filosofice, animate de intenţia explicării posibilităţii ştiinţei şi a generalizării semnificaţiei ei epistemologice într-o teorie generală a cunoaşterii, şi epistemologiile interne, produse ale reflecţiei specializate asupra fundamentelor diferitelor ştiinţe. Vom schiţa în continuare principalele intenţii şi atitudini ale varietăţilor epistemologice generale.

Cea mai influentă şi, în acelaşi timp, cea mai controversată teorie epistemologică a acestei perioade o constituie *empirismul logic*. Este deosebit de dificil să se unifice într-un curent epistemologic o serie de teorii care se disting foarte mult între ele, cum ar fi acelea formulate de Schlick, Reichenbach sau Carnap. Ar fi o mare eroare prezentarea întregii lumi de teme şi aspiraţii a neopozitivismului într-o manieră cristalizată şi uniformă, astăzi, cînd multe dintre motivele polemice, coordonatoare (propriu-zis pozitiviste) ale acestor teorii au fost total sau parţial abandonate (motivul antimetafizic, criteriul semnificaţiei). Vom discuta aici, cu tot riscul implicat de o asemenea întreprindere, cîteva linii esenţiale ale epistemologiei neopozitiviste.

Intenţia esenţială a acestor teorii este analiza şi fundarea logică a ştiinţei în cadre conceptuale special construite, limbajele formalizate sau sistemele semantice. Explicarea conceptelor şi operaţiilor cunoaşterii prin reconstrucţia lor logică în aceste limbaje construite, avînd o structură sintactico-semantică determinată, reprezintă modalitatea de fundare a cunoaşterii proprie acestei varietăţi a teoriei ştiinţei. Elaborarea unor instrumente logice de analiză a cunoaşterii, contribuţiile efective în axiomatizarea şi formalizarea diferitelor ştiinţe, studiul detaliat al limbajului ştiinţific, toate acestea reprezintă o însemnată contribuţie metodologică la analiza cunoaşterii. Din punct de vedere epistemologic poziţia empirismului logic în raport cu problema ştiinţei a sesizat şi a explicitat o serie de note definitorii ale acesteia prin următoarele ideiteme ale sale. În primul rînd este vorba de antisubstanţialismul şi antirealismul său, descărcarea ştiinţei de angajamentele ontologice şi metafizice pre-judecate, exterioare actului ei autentic, constituind adevărate obstacole epistemologice. Prin principiul toleranţei, Carnap a dat o

Scanned with OKEN Scanner

formă conştientă acestei necesităţi a ştiinţei de a degaja operaţional şi provizoriu orizontul ei formal de încărcătura ontologică, declanşînd o libertate logică absolut necesară în această perioadă de mari căutări ale ştiinţei, în care înseşi legile noetice pot fi puse în discuţie. Libertatea alegerii ipotezelor, dirijată doar de criterii de simplicitate, a fost corelată cu exigenţele imanente în judecarea teoriilor (noncontradicţia, independenţa, completitudinea etc.), proprii disciplinelor organizate axiomatic.

Îndepărtarea tot mai mare a ştiinţei actuale de cunoaşterea comună a fost subliniată de neopozitivism prin opoziţia pe care a încercat s-o stabilească între imagine şi concept, între limbajul comun şi limbajul ştiinţific, între reprezentările concrete şi structurile teoretice, între sensul eidetic şi sensul operaţional, între intuitiv şi formal. În acest sens este un merit al teoriilor empirist-logice sublinierea momentului de discontinuitate în aceste raporturi, deşi absolutizarea sa, aşa cum au demonstrat-o multe fapte ştiinţifice, nu se justifică. În altă ordine de idei, neopozitivismul a insistat asupra organizării globale, sistemice a cunoaşterii, favorizînd cercetarea structurilor generale, ca şi a principiilor de construcţie a sistemelor teoretice. Accentul pus pe structură şi relaţie în aprecierea cunoaşterii, corespunzînd vocaţiilor metodologice şi epistemologice ale pozitivismului logic, a condus la formularea unor puncte de vedere noi asupra structurii şi construcţiei legilor ştiinţei, a obiectivităţii cunoaşterii, în care rolul esenţial îl joacă ideea de *invariant funcţional*, în opoziţie cu invariantul static al vechii epistemologii (esenţa, substanţa). În conexiune cu utilizarea metodei formalizante, neopozitivismul a promovat în epistemologie exigenţe superioare de claritate şi analiză, încercînd să rezolve efectiv problemele, să dea un sens precis procedurilor şi conceptelor metateoretice.

Cu toate acestea, epistemologia neopozitivistă rămîne prizonieră unor mari dificultăţi. Unele dintre ele au fost pe larg analizate de Quine în *Two Dogmas of Empiricism*. Quine denumea „dogma empirică" problema semnificaţiei empirice, iar „dogma neempirică" dihotomia analitic-sintetic. Acestora trebuie să li se adauge „dogma in-

ductivă", adică tratarea empiristă a problemei inducției. În orice formă s-ar prezenta, problema semnificației (empirice) a termenilor teoretici nu a primit o rezolvare corespunzătoare în lucrările mai vechi sau mai recente ale empiriștilor logici[1]. „Criteriul semnificației" nu reușește să tragă o linie de demarcație validă între știință și filosofie, el nu a făcut decît să contribuie la substituirea unei metafizici transcendentale cu una empiristă, fondul generic al tuturor atitudinilor neopozitivismului. De asemenea, distincția dintre analitic și sintetic, asimilarea matematicilor doctrinelor analitice, adevărați piloni ai viziunii lor epistemologice, au început să fie tot mai contestate, logic și epistemologic în ultima vreme[2]. Analiticul și sinteticul pot caracteriza două momente ale cunoașterii (iar distincția lor poate fi validată logic), ele nu pot determina însă sectoare întregi ale cunoașterii, nu pot rezolva în general problema raportului dintre structurile logico-matematice și experiență. „Dogma analiticității" este intim corelată de înțelegerea teoriei științifice ca un limbaj simbolic însoțit de un ansamblu de postulate și interpretat (parțial) printr-un ansamblu de reguli de corespondență. Postulatele conțin matematica (și deci și logica) teoriei empirice respective, de asemenea postulatele referitoare la semnificația termenilor *(meaning postulates)*, precum și ipoteza empirică ce constituie baza teoriei. Acestei imagini a structurii teoriilor empirice i s-a obiectat înțelegerea formalistă a substructurii matematice, ca un formalism vid pe care-l va umple o materie experimentală pentru a-i oferi soliditatea unei științe veritabile. În acest fel însă nu se poate exprima valoarea constitutivă a instrumentului matematic în cunoașterea lumii, înțelegerea inserției matematicii în construcția imaginativă a experienței fiind blocată de interpretarea formalistă. Pentru o altă reconstrucție a structurii teoriilor fizice, datorată lui E. W. Beth și dezvoltată de B.C. Fraassen, matematica nu mai constituie o parte a teoriei fizice, și anume partea ei prin excelență formală, neinterpretată, pur instrumentală, ci însuși modelul structurii semnificației limbajului fizic propriu-zis, un model capabil să explice semnificația termenilor teoretici și empirici din fizică. Matematica nu precedă fizica în calitate de instrument formal lipsit de un conți-

Scanned with OKEN Scanner

nut propriu, ci este inerentă limbajului fizicii, fiind relevantă pentru structura semnificațiilor. Matematica își asumă funcții semantice, ea nu este o simplă parte a teoriei fizice, ci este folosită în construcția cadrului teoretic. Această concluzie concordă mai bine cu cercetările fundaționale și cu cercetările istorico-critice privind formarea cadrului conceptual al fizicii moderne[3].

Dizolvarea de către neopozitivism a *sinteticului a priori* ca modalitate de a răspunde la problema obiectivității și creșterii cunoașterii nu este considerată în ultima vreme o soluție lipsită de dificultăți. De asemenea, poziția empiristă în problema inducției nu poate constitui un fundament solid pentru judecarea legilor științei.

În aprecierea epistemologiei neopozitiviste trebuie să relevăm faptul că o serie de teze epistemologice constituie prelungirea directă a unor rezultate ale analizelor formalizante desfășurate la un nivel elementar. Reconstruind logic structura cunoașterii la nivelul calculului propozițional, se justifică parțial unele limitări sau distincții propuse de empirismul logic[4]. Adevărata piatră de încercare a ipotezelor epistemologice o constituie însă analiza logică a științei la nivelul teoriei cuantificării. Or, aici, așa cum au arătat ultimele studii logico-epistemologice, aprecierile empirist-logice asupra propozițiilor analitice și sintetice, asupra deducției logico-matematice etc. nu se mai validează.

În afara reacțiilor critice exterioare, epistemologia neopozitivistă a generat și o serie de critici interne, care nu resping noua metodologie de analiză și noile exigențe de precizie impuse de ea, ci îi contestă tocmai pe acest teren adecvarea tezelor și a concluziilor generale. Spectrul acestei critici, care a purtat un dialog efectiv și fructuos cu empirismul logic, se întinde de la îndepărtările parțiale de fondul doctrinar al neopozitivismului, prezente, de exemplu, în operele lui C. G. Hempl, E. Nagel sau H. Feigl, pînă la contestarea fundamentală a principalelor puncte de sprijin ale epistemologiei neopozitiviste și propunerea unor soluții epistemologice — întemeiate logic — de o noutate remarcabilă, pe care le întîlnim la J. Hintikka. În centrul acestei polemici se situează disputele epistemologice dintre Carnap și Popper și dintre Carnap și Quine.

Scanned with OKEN Scanner

În aceste polemici sînt în discuţie principalii piloni ai epistemologiei neopozitiviste: dogma analiticităţii, (contestată de Quine în cadrul analizelor semantice care se referă în esenţă la limbajul natural, avînd deci o relevanţă limitată), dogma semnificaţiei empirice (respinsă de Quine şi înlocuită printr-o concepţie „holistă" asupra raportului teoriilor cu experienţa) şi dogma inductivă (respinsă metodologic de Popper în favoarea unei teorii a selecţiei ipotezelor ştiinţifice prin falsifiere). Metodologia lui Popper este continuată de teoria „programelor de cercetare" propusă de I. Lakatos[5] (falsificaţionism sofisticat), care pune un accent deosebit pe aspectul diacronic al analizei ştiinţei.

Fenomenologia a contribuit la dezvoltarea teoriei ştiinţei pe două planuri, epistemologic şi metodologic: prin doctrina sa epistemologică explicită, propunînd un ideal teleologic al ştiinţei şi o întemeiere absolută a acesteia şi prin metoda formulată pentru atingerea acestui ideal, metoda fenomenologică. Intenţia lui Husserl este să stabilească o ştiinţă fără presupoziţii, să o fundeze absolut, incondiţionat, în intuiţia transcendentală lipsită de presupoziţii. Metoda fenomenologică comportînd reducţiile şi *epoché*-ul oferă instrumentul analizei şi întemeierii ştiinţei. În raport cu pozitivismul, realismul sau alte filosofii ale cunoaşterii, fenomenologia plasează ştiinţa într-o perspectivă complet nouă. Logica însăşi este concepută de Husserl nu ca o disciplină pur formală, independentă de alte ştiinţe, ci ca o doctrină a ştiinţei, bază a unităţii şi validităţii tuturor ştiinţelor[6]. Sarcina ei este să cerceteze condiţiile care fac ştiinţa în general posibilă. Asemenea lui Kant, Husserl se interesează de posibilitatea ştiinţei, dar nu rămîne la soluţia kantiană (categoriile = presupoziţiile necesare ale ştiinţei), ci cere ca înseşi aceste presupoziţii să fie validate. Aceasta o poate face o metodă liberă de presupoziţii, fenomenologia transcendentală. Metoda fenomenologică, accentuarea rolului subiectului epistemic, postularea (pe un teren transcendental) a unei interacţiuni fundamentale între subiect („eul pur" obţinut prin reducţie) şi obiect („esenţele"), noul concept al logicii, ideea unităţii dintre logica apofantică şi ontologia formală, ideea constituirii (genezei) categoriilor semnificaţiei, distincţia între generalităţile empirice (inductive) şi generalita-

Scanned with OKEN Scanner

tea eidetică (matematică), necesară în înţelegerea epistemologică a legilor naturii, toate aceste teme ale gîndirii husserliene au influenţat în mod deosebit filozofia ştiinţei actuale.

Dacă neopozitivismul încearcă o reconstrucţie raţională a ştiinţei, nepunîndu-i în discuţie realizările ei actuale, fenomenologia, prelungind idealul aristotelic şi cartezian al ştiinţei absolute, bazată pe evidenţă şi demonstraţie, oferă un *model normativ* al ştiinţei, un ideal spre care ea ar trebui să tindă, insistînd asupra caracterului necesar al modului ştiinţific de a cunoaşte.

Husserl a propus o modalitate de întemeiere absolută a ştiinţei, pe baza unor evidenţe ultime, extrase din subiectul însuşi, în care cunoaşterea să-şi găsească justificarea ei absolută, un referenţial de o perfectă securitate şi stabilitate. Aceasta presupune o mutaţie radicală de la „obiectivismul naiv" al ştiinţei „naturale" la „subiectivismul transcendental", la *ego*-ul fenomenologic pur, conducînd la realizarea conceptului pur, teleologic (intenţional) al ştiinţei. Această întemeiere finală a ştiinţei întîlneşte însă dificultăţi insurmontabile, ştiinţifice şi filozofice. Căutarea unei instanţe ultime, absolute de justificare şi legitimare a ştiinţelor nu mai poate fi susţinută. Idealul reconstrucţiei pe fundamente ultime (enunţurile protocolare autojustificabile, evidenţele subiectului transcendental etc.) propriu epistemologiilor necesitariste, absolutizante nu corespunde statutului real al cunoaşterii ştiinţifice actuale, cunoaştere deschisă şi solidară, procedînd prin aproximări şi retro-corecţii, ale cărei valori de adecvare şi coerenţă se constituie progresiv, nu arbitrar şi *a priori* (după un model exterior al raţionalităţii şi necesităţii pure), fiind supuse ele însele devenirii cunoaşterii şi experienţei.

Calea depăşirii dificultăţilor fundării cunoaşterii noastre este, în perspectiva epistemologiei materialist-dialectice, recunoaşterea faptului că la orice nivel al evoluţiei ştiinţei este posibilă doar o întemeiere *provizorie*, care păstrează unele probleme deschise, necesitînd o nouă fundare mai adîncă la un nivel superior al evoluţiei, la care aceste probleme vor fi rezolvate (dar a căror soluţie va provoca alte noi probleme). O asemenea fundare o poate oferi numai practica experimentului şi a gîndirii

Scanned with OKEN Scanner

ştiinţifice, provocînd fapte noi dar şi noi metode ale cunoaşterii ştiinţifice.

O contribuţie specială la analiza faptului ştiinţific a adus-o *fenomenologia existenţială*. Heidegger[7] acordă o atenţie deosebită apariţiei şi semnificaţiei epistemologice a fizicii matematice, acest prototip al tuturor teoriilor generale ale cunoaşterii ştiinţifice de la Kant pînă astăzi. Ceea ce este esenţial în metoda fizicii moderne şi ceea ce constituie nota distinctivă a cadrului conceptual al ştiinţei moderne este matematizarea prealabilă a realităţii, singura care face posibil experimentul modern. În fizica galileo-newtoniană, natura este în prealabil *matematic proiectată*, deschizîndu-se astfel un orizont eficace de operaţionalizare şi tematizare. După Heidegger, ceea ce este esenţial în proiecţia matematică a naturii nu este în primul rînd matematica ca atare, ci faptul că o asemenea proiecţie dislocă un anumit *a priori;* ca urmare, caracterul paradigmatic al fizicii matematice nu constă în exactitatea sau obiectivitatea intersubiectivă a rezultatelor sale, ci mai ales în faptul că lucrurile pe care ea şi le ia ca teme ale sale sînt descoperite în singura modalitate în care lucrurile pot fi descoperite prin proiecţia anterioară şi *a priori* a structurii lor existenţiale. Momentele cercetării caracteristice acestei paradigme sînt: 1) adoptarea unei *atitudini teoretice* (dezangajarea din orientarea primordială şi luarea unei atitudini speciale de cercetare; lumea se schimbă într-o lume obiectivă); 2) *tematizarea:* constituirea obiectului (proiectarea regiunii de cercetat şi a aspectului formal sub care va fi studiată, prin formalizare, funcţionalizare şi cuantificare). Tematizarea are ca scop „eliberarea" lucrurilor lumii în aşa fel încît ele să poată deveni *obiecte* ale teoriei. Tematizarea astfel obiectivează, ea nu numai „pune" lucrurile, ci le „eliberează" astfel încît omul le poate interoga şi le poate determina caracterul.

Certitudinea şi adevărul vor fi determinate în esenţa lor de tematizarea originală, de cadrul conceptual *a priori* în care se formulează ipotezele şi se proiectează experimentele-test, de orizontul de semnificaţii şi de realitate constituit prin proiecţia iniţială. Certitudinea este o consecinţă necesară a schematizării şi a abstracţiei idealizatoare

proprii funcţionalizării formalizate practicată în ştiinţa naturii, care face posibilă utilizarea matematicii pentru a trata obiectele astfel constituite. Adevărul unei aserţiuni a ştiinţei este stabilit în măsura în care un experiment îl confirmă, dar şi în funcţie de presupoziţiile orizontului tematizării iniţiale în care se mişcă omul de ştiinţă în toate operaţiile lui. Confirmarea experimentală, la rîndul ei, demonstrează faptul că ştiinţa nu se fundează pe subiectivitatea pură, pe un *a priori* incontrolabil, ci are o semnificaţie şi o validitate obiectivă. În cunoaşterea teoretică, omul dobîndeşte o nouă relaţie ontologică cu lumea care a fost deja descoperită în *praxisul* original. Cunoaşterea este un mod al orientării existenţiale primordiale asupra lumii. Fenomenologia şi fenomenologia existenţială au reintrodus în analiza epistemologică dimensiunea ontologică a cunoaşterii, fie sub forma ontologiei formale corelate cu o *matesis universalis*, la Husserl, fie prin conexiunea relaţiei teoretice cu relaţia practică a omului cu existenţa într-un orizont proiectat matematic, la Heidegger, ambele însă respingînd poziţiile realiste naive caracteristice interpretărilor ontologice ale cunoaşterii în metafizicile tradiţionale.

O ramuă esenţială a epistemologiei actuale, adesea numită *„raţionalism ştiinţific"* sau „raţionalism dialectic", reuneşte un grup de gînditori care consideră faptul ştiinţific înainte de toate din punctul de vedere al dimensiunii sale intelective, al efortului raţional care are ca produs ştiinţa. Gînditori ca G. Bachelard, F. Gonseth, P. Bernays, R. Blanché, J. Ladrière, J. Ullmo ş.a. au contribuit cel mai mult la elucidarea structurii raţionale a cunoaşterii actuale, întemeindu-se pe analiza directă a realizărilor şi a crizelor ştiinţei. Neoraţionalismul se distinge prin sublinierea deschiderii şi perfectibilităţii cunoaşterii, a caracterului nelinear, complex şi imprevizibil al progresului ştiinţei, prin accentuarea cuplului experienţă-raţiune, poli indisociabili ai oricărui moment noetic, prin încercarea de a integra epistemologic şi metodologic experienţa multiplă a ştiinţei. Un centru de coerenţă al acestei mişcări îl reprezintă revista *„Dialectica"*.

Poate nici un gînditor nu a militat mai mult ca Gaston Bachelard pentru afirmarea şi impunerea noutăţii esenţi-

Scanned with OKEN Scanner

ale, sub raport epistemologic şi filosofic, a ştiinţei contemporane. Noul spirit ştiinţific se caracterizează, după Bachelard, în opoziţie cu cartezianismul ştiinţei clasice, prin complementaritate şi pluralism, prin formularea unor conceptualizări complicative apte să descopere complexitatea subiacentă a lumii; se cercetează pluralitatea sub identitate; simplul nu reprezintă ceva primar, ci doar produsul unei activităţi de simplificare. Sinteza raţională proprie ştiinţei actuale se opune analiticităţii carteziene. Ştiinţa contemporană, relaţională şi constructivă nu-şi mai constituie valorile de validitate şi coerenţă prin simpla prelungire a acelora ale simţului comun, ci, dimpotrivă, în opoziţie şi rupînd cu ele. Experienţa se constituie sub semnul teoreticului, care îi conferă semnificaţie şi operaţionalitate. Instrumentele nu sînt decît teorii materializate, fenomene care poartă mereu marca teoretică. Realismul ştiinţei contemporane este un realism „de second position": realul se prezintă la limită ca un caz particular al posibilului, fiind o realizare a raţionalului sau a matematicului. Bachelard accentuează vocaţia polemică şi „negativă" a ştiinţei şi a epistemologiei actuale[8], organizarea noului spirit ştiinţific prin negaţii integratoare: geometrii neeuclidiene, fizici ne-clasice, logici ne-aristotelice, algebre ne-comutative, epistemologie ne-carteziană. Pluralismul necesar al epistemologiei de azi este singurul în stare, după Bachelard, să corespundă aspiraţiilor şi exigenţelor multiple ale unui spirit esenţialmente deschis.

Structuralismul, realismul critic, neotomismul etc. propun, în analiza ştiinţei alte perspective epistemologice, alte idealuri complementare de inteligibilitate şi validitate.

Epistemologia contemporană se caracterizează astfel prin efortul conjugat de a capta faptul ştiinţific în semnificaţia sa cea mai completă, angajîndu-l într-o multitudine de experienţe, proiectîndu-l pe o diversitate de direcţii, supunîndu-l la un grup de transformări pentru a-i detecta invariantul, expresia sa cea mai pură. Conlucrarea pentru îndeplinirea acestui deziderat a unei serii de metode (analiza formalizantă, fenomenologică, istorico-critică, experimentală) este un fapt specific maturizării acestei discipline. Adesea însă metodele s-au convertit în doctrine, în perspective unilaterale. Necesitatea integrării acestor perspective

Scanned with OKEN Scanner

presupune şi o muncă filosofică strictă de aprofundare noetică a fundamentelor şi a mijloacelor cunoaşterii, realizată în lumina unor concepte gnoseologice explicite. Sarcina aceasta şi-o poate asuma, în contextul actual al teoriei ştiinţei, filosofia marxistă, ea oferind climatul general capabil de acea claritate epistemologică necesară captării specificului diverselor demersuri şi atitudini cognitive. Ea este structural disponibilă să respingă interpretările şi formele de gîndire „necesitariste", aprioriste şi rigide, prin deschidere, reflexivitate şi constructivitate. Filosofia marxistă, gîndire deschisă la complexitate, poate realiza integrarea pluralităţii acestor exigenţe, asimilîndu-şi experienţele ştiinţifice complementare într-o viziune sintetică, integratoare. Ea îndrumă epistemologia actuală în căutarea sintezei diverselor poziţii, în realizarea unei conştiinţe adecvate a practicii cercetării sesizată în integritatea semnificaţiilor ei.

NOTE

[1] Vezi, în acest sens, analizele lui C. G. Hempel din *Problems and Changes in the Empiricist Criterion of Meaning*, în „Revue Internationale de Philosophie", IV, nr. 11, 1950.

[2] Vezi studiile lui J. Hintikka, *Kant justificat* şi *Informaţie, deducţie şi a priori-ul*, traduse în acest volum.

[3] Vezi Al. Koyré, *Études d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, P.U.F., 1966.

[4] J. Hintikka, *„Are Logical Truths Tautologies?*, în P. Weingartner (ed.), *Deskription, Analitizität und Existenz*, A. Pustet Verlag, Salzburg/Münich, 1966.

[5] J. Lakatos, *Methodology of Scientific Research's Programs*, în J. Lakatos, A. Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge Univ. Press, 1970.

[6] Ed. Husserl, *Formale und transcendentale Logik*, Niemeyer, Halle, 1929.

[7] M. Heidegger, *Being and Time*, New York, Harper and Row, 1962 (în special p. 410—415).

[8] G. Bachelard, *Le Nouvel Ésprit Scientifique*, Paris, Alcan, 1934.

Scanned with OKEN Scanner

O CRITICĂ PRELIMINARĂ A CONCEPTULUI DE FRONTIERĂ EPISTEMOLOGICĂ*

GASTON BACHELARD

Conceptul de limită a cunoaşterii ştiinţifice are un sens absolut? Este oare posibil să se traseze frontierele gîndirii ştiinţifice? Sîntem noi realmente închişi într-un domeniu obiectiv limitat? Spiritul este oare un gen de instrument organic, invariabil ca mîna, limitat ca vederea? Este el supus doar unei evoluţii regulate în legătură cu o evoluţie organică? Iată atîtea întrebări, multiple şi conexe, care pun în joc o întreagă filosofie şi care trebuie să dea un interes primordial studiului progreselor gîndirii ştiinţifice.

Dacă conceptul de limită a cunoaşterii ştiinţifice pare clar la prima vedere, aceasta se datorează faptului că el se întemeiază la început pe afirmaţiile realiste elementare. Astfel, pentru a limita semnificaţia ştiinţelor naturale se vor obiecta imposibilităţile materiale, chiar imposibilităţi spaţiale. Se va spune savantului: nu veţi putea niciodată atinge astrele! Nu veţi putea fi niciodată siguri că un corpuscul nedivizat este indivizibil! Această limitare materială, geometrică, schematică este sursa *clarităţii* conceptului de frontiere epistemologice. Natural, există o întreagă serie de interdicţii mai înalte, dar la fel de brutale. Se va obiecta, de exemplu, imposibilitatea de a triumfa asupra morţii, de a cunoaşte esenţa vieţii, esenţa spiritului, esenţa materiei. Treptat, într-o manieră mai filosofică, se va împrejmui gîndirea cu un ansamblu de poziţii pretinse *esenţiale*. Cu alte cuvinte, se va refuza gîndirii discursive posibilitatea de a cunoaşte *lucrurile în sine* şi

---

*ACTES du HUITIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DE PHILOSOPHIE, à Prague, 2—7 septembrie 1934, Prague, 1936.

Scanned with OKEN Scanner

se va atribui unei gîndiri mai intuitive, mai directe, dar neştiinţifice, privilegiul cunoştinţelor ontologice. Partizanii limitării metafizice [a gîndirii ştiinţifice îşi acordă de asemenea dreptul de a pune *a priori limite care sînt fără raport cu gîndirea pe care ele o limitează*. Aceasta este atît de adevărat, încît conceptul obscur de lucru în sine este utilizat aproape inconştient pentru a specifica *imposibilităţile* ştiinţelor particulare. Astfel, metafizicianul va repeta : nu puteţi spune ce este electricitatea în sine, lumina în sine, materia în sine, viaţa în sine.

Dar noi nu trebuie să fim înşelaţi de falsa claritate a acestei poziţii metafizice. De fapt, pentru a demonstra că cunoaşterea ştiinţifică este limitată, nu este suficient să se indice incapacitatea sa de a rezolva anumite probleme, de a face anumite experienţe, de a realiza anumite visuri umane. Trebuie să se poată circumscrie în întregime cîmpul cunoaşterii, să se deseneze o limită *continuă* de netrecut, să se marcheze o frontieră care *atinge* realmente domeniul limitat. Fără această ultimă precauţie, s-ar putea deja zice că problema frontierei cunoaşterii ştiinţifice [n-are nici un interes pentru ştiinţă. Spiritul ştiinţific va fi atunci foarte capabil să-şi ia revanşe facile. S-ar putea argumenta că *o problemă insolubilă este o problemă rău pusă*, că o experienţă descrisă ca irealizabilă este o experienţă în care se plasează imposibilităţile în datele acesteia. Foarte adesea enunţarea unei limitări implică o condamnare la eşec, deoarece problema imposibilă impune deja o metodă de rezolvare defectuoasă.

Insistăm asupra acestui punct şi vom vedea că constatarea unei *imposibilităţi* nu este deloc sinonimă cu ideea unei limitări a gîndirii. De exemplu, că nu se poate rezolva *quadratura cercului*, aceasta nu aduce deloc dovada unei infirmităţi a raţiunii umane. Această imposibilitate demonstrează pur şi simplu că problema *quadraturii cercului* este rău pusă, că datele geometriei elementare nu sînt suficiente pentru această soluţie, că termenul *quadratură* implică deja o metodă de rezolvare vicioasă. Trebuie deci să-i lăsăm matematicianului grija de a enunţa din nou problema rău pusă ; trebuie să-i dăm dreptul de a pune în lucru o metodă de transcendenţă corespunzătoare problemei judicios rectificate. Pentru a releva imediat dificultatea,

Scanned with OKEN Scanner

s-ar putea argumenta într-o manieră analogă că problema morţii este într-un fel problema biologică a quadraturii cercului şi că este fără îndoială rău pusă atunci cînd ea reclamă soluţia la nivelul umanului, de exemplu menţinerea unei personalităţi despre care n-avem în timpul vieţii noastre garanţia că ea este realmente unică şi permanentă. Ni se cere să conservăm ceea ce noi nu posedăm încă. Pentru a rezolva problema insolubilă a morţii, ar trebui fără îndoială să se recurgă la transcendenţe experimentale, la transcendenţe biologice, în acelaşi sens în care matematicianul îşi completează materialul său de explicaţie în faţa unui nou obiect matematic.

Dar urmărindu-şi adversarul pe acest teren, spiritul ştiinţific nu tinde decît să arate că, la nevoie, el este un jucător superior. În realitate, dezbaterea nu se desfăşoară aici. Nu asupra interdicţiilor îndepărtate şi brutale este convenabil să se discute. Ştiinţa însăşi este împuternicită să-şi traseze propriile sale frontiere. Or, pentru spiritul ştiinţific, *a trasa net o frontieră, înseamnă deja a o depăşi.* Frontiera ştiinţifică nu este atît o limită cît o zonă de gînduri deosebit de active, un domeniu de asimilaţie. Dimpotrivă, frontiera impusă de metafizician îi apare savantului ca un gen de frontieră neutră, abandonată, indiferentă.

Este dealtfel foarte uşor de demonstrat că gîndirea ştiinţifică este prin esenţă o gîndire care asimilează, o gîndire care atinge transcendenţele, care presupune realitatea înainte de a o cunoaşte şi care nu o cunoaşte decît ca o realizare a supoziţiei sale.

Să începem cu punctul cel mai delicat care oferă cele mai multe ocazii pentru discutare. Să încercăm să dăm exemple de *transcendenţe experimentale.* Să precizăm la început ceea ce înţelegem noi prin acestea.

Înainte de toate trebuie să se înţeleagă că experimentarea contemporană este evident fundată pe o eterogenitate a experienţei sensibile. Este realmente foarte comod să se şteargă această eterogenitate proclamînd că, în final, toate datele utilizate de fizică sînt date sensibile. Ne pare, dimpotrivă, că datele trebuie seriate, că ne-am putea de asemenea întreba dacă datele experimentale sînt de aceeaşi specie, dacă ele corespund, toate, elementelor naturale. De cînd se formulează net această întrebare se simte că o

Scanned with OKEN Scanner

poziţie realmente *senzualistă* a ştiinţei nu este posibilă. Calităţile şi mărimile sensibile sînt luate de ştiinţă ca semne ale calităţilor şi mărimilor obiective diferite de primele. Întotdeauna experimentarea iese din domeniul observaţiei prime, în aşa grad încît s-ar putea zice că experimentarea caută mai mult să contrazică observaţia decît s-o confirme. Urmînd dezvoltarea istorică a fizicii, ar fi facil să adunăm exemple de transgresiune a domeniilor experimentale. Aşa va fi cazul termologiei care caută explicaţii cinetice, al opticii care caută explicaţii mecanice, al chimiei care caută explicaţii electrice. Să luăm oricare fenomen natural. Se va vedea că gîndirea ştiinţifică îl studiază mai puţin într-o analiză decît într-o sinteză; ea îi impune scheme străine trăsăturilor lui fenomenologice proeminente; ea tinde să deceleze în el formele prin deformări. Într-un cuvînt, ea se prezintă deschis eterogenă fenomenului primitiv. Ce subzistă din fizica imediată a electricităţii a secolului al XVIII-lea în ştiinţa electrică a epocii noastre? Această fizică imediată nu mai are aproape nici un rol în învăţămîntul elementar. Să ne gîndim numai la importanţa acordată reacţiilor biologice de electricitate în primele momente ale ştiinţei şi se va înţelege declinul fenomenologiei imediate. De multă vreme, *frontierele observaţiei primitive* şi-au pierdut orice valoare nu numai pentru a înţelege experienţa, ci şi pentru a da o definiţie justă fenomenelor fundamentale. Or, dacă noţiunea de frontieră epistemologică ar avea realmente un sens pozitiv, i-am vedea vestigiile ei în cultură, s-ar regăsi cadrele observării în schemele experimentării. Nu este însă aşa; frontierele vechi nu apar deloc ca semne ale spiritului limitat; ele designează mai ales eroarea decît adevărul.

Natural, nu marcăm în această scurtă comunicare decît punctele de plecare ale transcendenţei experimentale. Aici teza noastră este mai puţin clară. Dacă am avea timp pentru a urmări evoluţia atomisticii contemporane, transcendenţele experimentale ne-ar apare etajate cu cea mai mare claritate. Să ne întoarcem numai cu doi ani în urmă pentru a ne da seama cît de mică era speranţa în constituirea unei ştiinţe a nucleului atomic. Părea că, dacă frontiera atomică putea fi depăşită, cel puţin frontiera nucleară trebuia să fie de nedepăşit. Se simte dealtfel că aceste

expresii sînt pur şi simplu calchiate asupra unui schematism spaţial. Întreaga problemă s-ar schimba la faţă dacă cineva ar dobîndi intuiţii noi, instruindu-se de exemplu după intuiţiile mecanicii ondulatorii. Ar vedea atunci că problemele atomisticii nu se pun necesarmente sub forma unei schiţe de regiuni interzise, de domenii înglobate unele în altele, închizînd necesar în centru un mister transcendental.

Putem deci să admitem ca demonstrat faptul că experienţa transcende observaţia. Or, din moment ce se transcend frontierele observaţiei imediate, se descoperă profunzimea metafizică a lumii obiective. Voalul Mayei este ridicat. Intuiţia criticată se relevă a fi o iluzie. Iată îndată o confirmare a optimismului meu raţionalist: *lumea ascunsă sub fenomene este mai clară ca lumea aparentă. Primii constituanţi noumenali sînt mai solizi decît aglomeraţiile fenomenale.* În plus, frontierele experimentării sînt oarecum mai puţin opace, mai puţin oprimante decît frontierele naturale ale observaţiei primare. De fapt, dacă o experienţă rectifică o observaţie imediată, ea o face sprijinindu-se pe experienţe coordonate care se clarifică reciproc. Nu vom da decît un exemplu, pe cît posibil de elementar: căderea corpurilor, aşa cum se prezintă imediat, este tulburată de rezistenţa aerului în aşa grad încît legea este desfigurată. Se va face din nou o experienţă uniformizînd sau suprimînd perturbaţiile. Dar legea se va lumina atunci cînd ea va lua o formă matematică, cînd se vor putea prevedea şi se vor aştepta prin ea consecinţe matematice. Într-o manieră generală, orice progres ştiinţific se prezintă ca o redublare a probelor, ca nişte confirmări indirecte. Cele mai frapante dintre verificări sînt cele mai indirecte. Astfel *coerenţa sfîrşeşte prin a prima asupra evidenţei.*

Coerenţa cunoaşterii atrage o aprofundare a experienţei obiective, astfel încît s-ar putea zice că există mai multe posibilităţi în organizarea raţională decît în organizarea naturală. Astfel există mai multe substanţe chimice create în laborator decît în natură. Anumite corpuri chimice create de om nu au mai mare realitate decît *Eneida* sau *Divina Comedie*. Din anumite puncte de vedere, nu ne pare mai util să vorbim de frontierele chimiei decît de frontierele poeziei.

Scanned with OKEN Scanner

Nu trebuie să se creadă că această matematizare indefinită a noumenului ştiinţific ar fi rezultatul unei simple abstracţii. Încercări recente s-au făcut pentru a defini fenomenele ştiinţifice ca simple serii de măsuri efectiv realizate. O asemenea metodă ar reveni din nou la cantonarea gîndirii ştiinţifice într-un fel de *fenomenologie metrică*; la închiderea ştiinţei într-un regn al cantităţii, după cum filosofia senzualistă pretindea să închidă gîndirea obiectivă în regnul calităţilor sensibile. Or, aceste teze ale unei *metrici înguste* uită tocmai gîndirea matematică transcendentă care organizează în forme cu totul noi datele simple ale măsurărilor instrumentale. Există, evident, o substituire a noumenului metric fenomenului metric, iar gîndirea care organizează experienţa nu este doar o simplă traducere a organizării metrice descoperite în fenomen. Gîndirea organizantă are o cu totul altă valoare inductivă. În aceste condiţii, ar fi imprudent să se plece de la abstracţii metrice preliminare pentru a fixa o frontieră metafizică ştiinţei fenomenului. Astfel, după părerea noastră, măsurile îşi încheie munca furnizînd datele lor abstracte şi relative pe care gîndirea matematică se dezvoltă ca o gîndire aptă de a da scheme de concretizări experimentale.

Am putea trage anumite concluzii din remarcile precedente? Ni se pare că aceste concluzii pot fi de două tipuri: ştiinţifice şi filosofice.

Ştiinţific, frontiera cunoaşterii nu pare a marca decît o oprire momentană a gîndirii. Ea ar fi dificil de trasat obiectiv. Pare că mai degrabă în termeni de program decît de obstacol absolut, în termenii posibilităţii mai mult decît ai imposibilităţii este dezirabilă limitarea gîndirii ştiinţifice. Ar fi de dorit ca fiecare ştiinţă să-şi poată propune un gen de plan pe cinci ani.

Filosofic, orice frontieră absolută propusă ştiinţei este marcată de o problemă rău pusă. Este imposibil de a gîndi bogat o imposibilitate. Dacă o frontieră epistemologică pare netă, este din cauză că ea îşi arogă dreptul de a tranşa cu privire la intuiţiile primare. Cînd o metodă de cercetare ştiinţifică îşi pierde fecunditatea sa, este pentru că punctul ei de plecare este prea intuitiv, prea schematic; deoarece baza de organizare este prea îngustă. Sarcina

Scanned with OKEN Scanner

filosofiei ştiinţifice pare atunci foarte netă. Ea trebuie să erodeze din toate părţile limitările iniţiale, să reformeze cunoaşterea ne-ştiinţifică care pune obstacole întotdeauna cunoaşterii ştiinţifice. Filosofia ştiinţifică trebuie să distrugă într-o anumită manieră, sistematic, limitele pe care filosofia tradiţională le impusese ştiinţei. Ea trebuie să se teamă de faptul că gîndirea ştiinţifică nu-şi supraveghează urmele limitărilor filosofice. În rezumat, filosofia ştiinţifică trebuie să fie esenţial o pedagogie ştiinţifică. Or, unei ştiinţe, noi, o pedagogie nouă. Ceea ce ne lipseşte cel mai mult este o doctrină a cunoaşterii elementare în acord cu cunoaşterea ştiinţifică. Pe scurt, elementele *a priori* ale gîndirii nu sînt definitive. Ele însele trebuie să sufere transmutaţia valorilor raţionale. Trebuie să realizăm condiţiile *sine qua non* ale experienţei ştiinţifice. Ca urmare cerem ca filosofia ştiinţifică să renunţe la realul imediat şi să ajute ştiinţa în lupta împotriva intuiţiilor primare. Frontierele oprimante sînt frontiere iluzorii.

Scanned with OKEN Scanner

DOUĂ DOGME ALE EMPIRISMULUI*

WILLARD VAN ORMAN QUINE

Empirismul modern a fost determinat în mare parte de două dogme: una este credinţa într-o anumită ruptură fundamentală între adevărurile *analitice*, întemeiate pe semnificaţii independente de fapte, şi adevărurile *sintetice*, întemeiate factual; cealaltă dogmă este *reducţionismul:* credinţa că orice enunţ cu semnificaţie este echivalent cu o anumită construcţie logică realizată cu termenii care se referă la experienţa imediată. Ambele dogme, vom argumenta, sînt nefundate. Un efect al abandonării lor este, cum vom vedea, estomparea presupusei graniţe între metafizica speculativă şi ştiinţele naturii. Un alt efect este deplasarea spre pragmatism.

1. TEMEIURILE ANALITICITĂŢII

Dihotomia kantiană între adevărurile analitice şi adevărurile sintetice a fost prefigurată în distincţia lui Hume dintre relaţiile între idei şi problemele factuale şi în distincţia lui Leibniz dintre adevărurile raţionale şi adevărurile de fapt. Leibniz vorbea despre adevărurile raţionale ca fiind propoziţiile adevărate în toate lumile posibile. Lăsînd la o parte caracterul metaforic, aceasta înseamnă că adevărurile raţionale sînt acele adevăruri care nu pot fi false. De asemenea, auzim adesea definindu-se adevărurile analitice ca enunţuri a căror negaţie este auto-contradictorie. Dar această definiţie are o valoare explicativă redusă;

---

* Din *From a Logical Point of View*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1961.

Scanned with OKEN Scanner

deoarece noţiunea de auto-contradicţie, necesară în sensul ei foarte larg pentru această definiţie a analiticităţii, are exact aceeaşi nevoie de clarificare ca şi noţiunea de analiticitate însăşi. Cele două noţiuni sînt cele două feţe ale unei unice monede dubioase.

Kant a conceput enunţul analitic ca un enunţ care nu atribuie subiectului lui ceva în plus faţă de ceea ce a fost deja conceptual conţinut în subiect. Această formulare are două defecte : se limitează la enunţurile de formă subiect-predicat şi apelează la noţiunea de conţinere, care rămîne la nivel metaforic. Dar intenţia lui Kant, evidentă mai mult din utilizarea noţiunii analiticităţii decît din definiţia ei, poate fi reformulată astfel : un enunţ este analitic atunci cînd el este adevărat în virtutea sensurilor şi independent de fapte. Urmărind această linie, să examinăm conceptul de *sens (meaning)* pe care ea îl presupune.

Sensul, să ne reamintim, nu este identic cu denumitul[1]. Exemplul lui Frege cu „Luceafărul de seară" şi „Luceafărul de dimineaţă" şi acela al lui Russell cu „Scott" şi „autorul lui Waverley" ilustrează faptul că termenii pot denumi acelaşi lucru, dar să difere ca sens. Distincţia dintre sens şi denumit nu este mai puţin importantă la nivelul termenilor abstracţi. Termenii „9" şi „numărul planetelor" denumesc una şi aceeaşi entitate abstractă, dar pot fi probabil consideraţi neasemănători ca sens, deoarece a fost necesară observaţia astronomică şi nu doar reflecţia asupra sensurilor pentru a se determina identitatea entităţii respective.

Exemplele de mai sus constau din termeni singulari, concreţi şi abstracţi. Cu termenii generali, sau predicatele, situaţia este oarecum deosebită, dar paralelă. În timp ce un termen singular intenţionează să denumească o entitate, abstractă sau concretă, un termen general nu ; dar un termen general este *adevărat despre* o entitate, şi anume sau despre oricare entitate dintr-o mulţime, sau despre niciuna[2]. Clasa tuturor entităţilor despre care un termen general este adevărat se numeşte *extensiunea* termenului. Astfel, paralel cu contrastul dintre sensul unui termen singular şi entitatea denumită, trebuie să distingem la fel între sensul unui termen general şi extensiunea sa. Termenii generali „fiinţă cu inimă" şi „fiinţă cu rinichi", de

exemplu, sînt poate asemănători ca extensiune, dar nu şi ca sens.

Confundarea sensului cu extensiunea, în cazul termenilor generali, este mai puţin comună decît confundarea sensului cu denumitul în cazul termenilor singulari. Este într-adevăr un loc comun în filosofie să se opună intensiunea (sau sensul) extensiunii sau, altfel spus, conotatul denotatului.

Noţiunea aristotelică de esenţă a fost, fără îndoială, premergătoarea noţiunii moderne de intensiune sau sens. Pentru Aristotel era esenţial ca omul să fie raţional, însă era accidental ca să fie biped. Dar există o diferenţă importantă între această atitudine şi doctrina sensului. Din punctul de vedere al acesteia din urmă se poate într-adevăr concede (chiar dacă numai de dragul argumentării) că raţionalitatea este conţinută în sensul cuvîntului „om", pe cînd particularitatea de a avea două picioare nu este; dar „a avea două picioare" poate în acelaşi timp fi privită ca fiind conţinută în sensul lui „biped" pe cînd raţionalitatea nu. Astfel, din punctul de vedere al doctrinei sensului este incorect să se spună despre un individ real, care este simultan un om biped, că raţionalitatea sa este esenţială pe cînd faptul că are două picioare este accidental sau viceversa. Lucrurile au esenţe, pentru Aristotel, dar numai formele lingvistice au sensuri. Sensul este ceea ce devine esenţa atunci cînd ea este despărţită de obiectul referinţei şi asociată cu cuvîntul.

Pentru teoria sensului o problemă remarcabilă este aceea a naturii obiectelor ei: ce gen de lucruri sînt sensurile? Necesitatea introducerii sensurilor ca entităţi înţelese poate deriva dintr-un eşec mai vechi de a recunoaşte că sensul şi referinţa sînt distincte. Din moment ce teoria sensului a fost separată complet de teoria referinţei, se poate uşor recunoaşte ca obiect principal al teoriei sensului tocmai sinonimia formelor lingvistice şi analiticitatea enunţurilor; sensurile însele, ca entităţi intermediare obscure, pot fi foarte bine abandonate[3].

Problema analiticităţii ne confruntă deci din nou. Enunţurile care sînt analitice conform concepţiilor generale filosofice nu sînt, într-adevăr, greu de găsit. Ele se împart

în două clase. Acelea ale primei clase, care pot fi numite *logic adevărate*, sînt de tipul

(1) Nici un om necăsătorit nu este căsătorit.

Trăsătura relevantă a acestui enunţ este aceea că el nu numai că este adevărat ca atare, ci rămîne adevărat în raport cu absolut toate reinterpretările lui „om" şi „căsătorit". Dacă noi am presupune un inventar anterior al particulelor logice, cuprinzînd pe „nici un", „ne-", „nu", „dacă", „atunci", „şi" etc. atunci, în general, un adevăr logic este un enunţ care este adevărat şi rămîne adevărat faţă de toate reinterpretările componenţilor lui, alţii decît particulele lui logice.

Dar există, de asemenea, o a doua clasă de enunţuri analitice, de tipul

(2) Nici un celibatar nu este căsătorit.

Caracteristica unui asemenea enunţ este aceea că el poate fi transformat într-un adevăr logic prin substituirea termenilor sinonimi; astfel (2) poate fi transformat în (1) înlocuind „om necăsătorit" prin sinonimul său „celibatar". Ne lipseşte încă o caracterizare proprie a acestei a doua clase de adevăruri analitice, şi cu aceasta a analiticităţii în general, avînd în vedere că noi ne-am sprijinit în descrierea de mai sus pe noţiunea de „sinonimie", care nu are mai puţină nevoie de elucidare decît analiticitatea însăşi.

În ultima vreme, Carnap a încercat să explice analiticitatea apelînd la ceea ce el numeşte descrieri de stare[4]. O descriere de stare este alcătuită dintr-o atribuire exhaustivă de valori de adevăr enunţurilor atomare sau necompuse ale limbajului. Toate celelalte enunţuri ale limbajului sînt, admite Carnap, construite din enunţurile atomare cu ajutorul tehnicilor logice familiare, astfel încît valoarea de adevăr a oricărui enunţ complex este fixată pentru fiecare descriere de stare prin legi logice specificabile. Un enunţ este atunci explicat ca fiind analitic dacă el apare adevărat în raport cu orice descriere de stare. Această explicaţie este o adaptare a ideii lui Leibniz de „adevăr în toate lumile posibile". Dar este de notat că această versiune a analiticităţii răspunde intenţiilor sale numai dacă enunţurile atomare ale limbajului sînt, spre deosebire de „John este celibatar" şi „John este căsătorit", reciproc independente.

Altfel ar exista o descriere de stare care atribuie adevăr lui „John este celibatar" şi lui „John este căsătorit" şi, ca urmare, „Nici un celibatar nu este căsătorit" se va transforma într-un enunţ sintetic mai degrabă decît analitic, în conformitate cu criteriul propus. Astfel criteriul analiticităţii în termenii descrierilor de stare serveşte doar limbajelor lipsite de perechi extralogice de termeni sinonimi, cum este „celibatar" şi „om necăsătorit" — perechi de sinonimi de tipul celor care generează „a doua clasă" a enunţurilor analitice. Criteriul definit în termenii descrierilor de stare este o reconstrucţie în cel mai bun caz a adevărului logic, nu a analiticităţii.

Nu vreau să sugerez că R. Carnap ar avea vreo iluzie în această problemă. Modelul său de limbaj simplificat cu descrierile lui de stare are ca obiectiv primar nu problema generală a analiticităţii, ci un altul, clarificarea probabilităţii şi inducţiei. Problema noastră însă este analiticitatea; şi aici dificultatea majoră nu se referă la prima clasă a enunţurilor analitice, adevărurile logice, ci mai degrabă la a doua, care depinde de noţiunea de sinonimie.

2. DEFINIŢIA

Există oameni care spun, pentru a linişti spiritele, că enunţurile analitice ale clasei a doua se reduc la acelea ale primei clase, adevărurile logice, prin *definiţie*; „celibatar", de exemplu, este *definit* ca „om necăsătorit". Dar cum aflăm noi că „celibatar" este definit ca „om necăsătorit"? Cine şi cînd ni-l defineşte astfel? Ne vom adresa celui mai apropiat dicţionar şi vom accepta formularea lexicală ca o lege? Aceasta ar însemna să punem căruţa înaintea calului. Lexicologul este un om de ştiinţă empiric, a cărui treabă este să colecţioneze faptele anterioare, şi, dacă el glosează „celibatar" ca „om necăsătorit", este din cauza credinţei lui că există o relaţie de sinonimie între aceste forme, implicită în utilizarea generală sau preferată, anterioară propriei lui activităţi. Noţiunea de sinonimie presupusă aici rămîne încă de clarificat, probabil în termeni legaţi de comportamentul lingvistic. În mod cert, „defi-

Scanned with OKEN Scanner

niţia", care este o înregistrare lexicografică a unei sinonimii observate, nu poate fi luată ca temei pentru sinonimie.

Definiţia nu este, într-adevăr, o activitate exclusivă a filologilor. Filosofii şi oamenii de ştiinţă au ocazia frecventă „să definească" un termen greu de înţeles parafrazîndu-l în termeni mai familiari. Dar, de obicei, o asemenea definiţie, ca şi aceea a filologului, este pur lexicografică, afirmînd o relaţie de sinonimie anterioară expunerii respective.

Ce înseamnă a afirma sinonimia, care pot fi acele interconexiuni necesare şi suficiente pentru ca două forme lingvistice să poată fi propriu-zis descrise ca sinonime, este departe de a fi clar ; dar oricare ar fi aceste interconexiuni, în mod obişnuit ele sînt întemeiate pe utilizare. Definiţiile care relatează instanţele selectate ale sinonimiei se formează ca relatări asupra utilizării.

Există, de asemenea, cu toate acestea o variantă-tip a activităţii definiţionale care nu se limitează la relatarea sinonimiilor preexistente. Am în vedere ceea ce Carnap numeşte *explicaţie* — o activitate proprie filosofilor ca şi oamenilor de ştiinţă în momentele lor mai filosofice. În explicaţie, scopul nu este doar parafrazarea definiendumului într-un sinonim total, ci, în realitate, îmbunătăţirea definiendumului prin rafinarea sau suplimentarea sensului său. Dar chiar explicaţia, deşi nu relatează doar o sinonimie preexistentă între definiendum şi definiens, trebuie să se sprijine fără îndoială pe *alte* sinonimii preexistente. Problema poate fi privită astfel. Orice cuvînt demn de explicat are anumite contexte care, ca întregi, sînt clare şi precise în mod suficient pentru a fi utile, iar scopul explicaţiei este să păstreze utilizarea acestor contexte favorizate, în timp ce se restrînge folosirea altor contexte. Pentru ca o definiţie dată să corespundă scopurilor explicaţiei, prin urmare, ceea ce se cere nu este ca definiendumul în folosirea lui anterioară să fie sinonim cu definiensul, ci numai ca oricare dintre aceste contexte favorizate ale definiendumului, luate ca întregi în utilizarea anterioară, să fie sinonime cu contextele corespunzătoare ale definiensului.

Două maniere alternative de definiţie pot fi la fel de potrivite pentru o anumită explicaţie şi, în plus, să nu fie sinonime una cu alta ; deoarece ele pot servi intersubstituibil

Scanned with OKEN Scanner

în cadrul contextelor favorizate, dar să diverge aiurea. Aderînd la una din aceste maniere, mai degrabă decît la cealaltă, o definiţie de gen explicativ generează, prin decret o relaţie de sinonimie între definiendum şi definiens care nu a avut loc înainte. Dar o astfel de definiţie îşi datorează, de asemenea, funcţia sa explicativă, cum se vede, sinonimiilor preexistente.

Rămîne, totuşi, un gen extrem de definiţie care nu respectă deloc sinonimiile anterioare, şi anume, introducerea convenţională explicită a unei notaţii noi în scopul abrevierii pure. Aici definiendumul devine sinonim cu definiensul numai deoarece el a fost creat cu scopul expres de a fi sinonim cu definiensul. Aici avem realmente un caz evident al sinonimiei create prin definiţie; fie ca toate speciile de sinonimie să fie la fel de inteligibile. În ceea ce le priveşte pe celelalte, definiţia se bazează pe sinonimie mai degrabă decît o explică.

Cuvîntul „definiţie" a început să aibă un sunet periculos liniştitor, datorat fără îndoială apariţiei lui frecvente în scrierile logice şi matematice. Vom face acum o digresiune într-o scurtă apreciere a rolului definiţiei în activitatea formală.

În sistemele logice şi matematice putem urmări unul sau altul dintre două tipuri de economie care se exclud reciproc, fiecare avînd utilitatea lui practică specială. Pe de o parte, putem căuta economia exprimării practice — uşurinţa şi scurtimea în enunţarea relaţiilor multiple. Acest tip de economie cere în mod obişnuit notaţii distinctive concise pentru o bogăţie de concepte. În al doilea rînd, în opoziţie cu aceasta, noi căutăm economia în cadrul gramaticii şi al vocabularului; putem încerca să găsim un minimum de concepte fundamentale, astfel încît, dacă fiecare dintre ele a fost notat distinct devine posibil să se exprime orice concept dorit ulterior doar prin combinarea şi repetarea notaţiilor noastre de bază. Acest al doilea gen de economie este într-un anumit sens impractic, întrucît o sărăcie în idiomurile de bază duce la o lungime necesară a discursului. Dar el este practic în alt sens: el simplifică foarte mult discursul teoretic *asupra* limbajului, prin minimizarea termenilor şi a formelor de construcţie din care este alcătuit limbajul.

Scanned with OKEN Scanner

Ambele genuri de economie, deşi *prima facie* incompatibile, sînt valoroase luate în sensurile lor separate. S-a născut, ca urmare, obiceiul de a combina ambele genuri de economie prin forjarea de fapt a două limbaje, unul fiind o parte a celuilalt. Limbajul inclusiv, deşi redundant în gramatică şi vocabular este economic în lungimea mesajelor, pe cînd partea sa, numită notaţia primitivă, este economică în gramatică şi vocabular. Întregul şi partea sînt corelate prin reguli de traducere prin care orice expresie idiomatică care nu face parte din notaţia primitivă este echivalentă cu un anumit complex alcătuit din notaţii primitive. Aceste reguli de traducere sînt aşa-numitele *definiţii* care apar în sistemele formalizate. Ele ar putea fi mai bine privite nu ca adjoncţiuni la un limbaj ci ca corelaţii între două limbaje, unul fiind partea celuilalt.

Dar aceste corelaţii nu sînt arbitrare. Ele se presupune că indică modalitatea în care notaţiile primitive, în ciuda scurtimii şi convenienţei lor, realizează toate intenţiile limbajului redundant. Deci definiendumul şi definiensul ne putem aştepta să fie corelate, în fiecare caz, într-una din următoarele trei căi. Definiensul poate fi o parafrazare fidelă a definiendumului într-o notaţie mai restrînsă, păstrînd o sinonimie directă[5] asemănătoare cu aceea a utilizării antecedente; sau definiensul poate fi, în spiritul explicaţiei, o îmbunătăţire a utilizării antecedente a definiendumului; sau, în fine, definiendumul poate fi o notaţie nou creată, pentru prima dată înzestrată cu sens aici şi acum.

În activitatea formală, ca şi în cea neformală, găsim astfel că definiţia — cu excepţia cazului extrem al introducerii convenţionale explicite a unei noi notaţii — depinde de relaţiile anterioare de sinonimie. Recunoscînd deci că noţiunea de definiţie nu posedă cheia sinonimiei şi analiticităţii, să analizăm mai departe sinonimia, lăsînd la o parte problema definiţiei.

3. INTERSUBSTITUIBILITATEA

O sugestie naturală, care merită o examinare mai atentă, este aceea că sinonimia a două forme lingvistice constă simplu în intersubstituibilitatea lor în toate contextele fără schimbarea valorii de adevăr — intersubstituibilitate, în

cuvintele lui Leibniz, *salva veritate*[6]. De notat că sinonimii astfel concepuţi nu este absolut necesar să fie lipsiţi de vaguitate, atîta vreme cît aceasta este egală.

Dar nu este pe deplin adevărat că sinonimii „celibatar" *(bachelor)* şi „om necăsătorit" *(un married man)* sînt peste tot intersubstituibili salva veritate; adevăruri care devin false prin substituirea lui „om necăsătorit" pentru „celibatar" *(bachelor)* sînt uşor de construit cu ajutorul lui „licenţiat în arte" *(bachelor of arts)* sau „albăstrele" *(bachelor's buttons)*; sau, cu ajutorul semnelor citării, în modul următor:

„Celibatar" *(bachelor)* are mai puţin decît zece litere. Asemenea contraexemple pot, totuşi, să fie înlăturate tratînd expresiile *bachelor of arts* şi *bachelor's buttons* şi citatul *bachelor* ca un singur cuvînt indivizibil şi deci stipulînd că intersubstituibilitatea *salva veritate* care este piatra de încercare a sinonimiei nu se presupune că se aplică la apariţiile fragmentare din interiorul cuvîntului. Această tratare a sinonimiei, admiţînd-o ca acceptabilă pentru anumite motive, are însă inconvenientul că apelează la o concepţie anterioară asupra „cuvîntului", care, la rîndul ei, poate fi considerată ca fiind una din sursele dificultăţilor care apar în formularea sinonimiei. Totuşi, se poate invoca un anumit progres dacă am redus problema sinonimiei la o problemă a cuvîntului. Să urmărim puţin această linie, admiţînd „cuvîntul" ca fiind neproblematic.

Rămîne problema dacă intersubstituibilitatea *salva veritate* (în afara apariţiilor în cadrul cuvintelor) este o condiţie suficient de strictă pentru sinonimie, sau dacă, dimpotrivă, anumite expresii eteronime ar putea să fie astfel intersubstituibile. Să ne fie clar că nu ne referim aici la sinonimie în sensul identităţii complete a asociaţiilor psihologice sau a calităţii poetice; într-adevăr, nu există două expresii sinonime în acest sens. Avem în vedere numai ceea ce s-ar putea numi sinonimie *cognitivă*. Ce este aceasta nu se poate spune fără a încheia cu succes acest studiu; cunoaştem totuşi ceva despre ea din necesitatea cu care era invocată în conexiune cu analiticitatea în §1. Genul de sinonimie de care aveam nevoie acolo a fost numai acela în conformitate cu care orice enunţ analitic se poate transforma într-un adevăr logic prin substituirea sinonimilor. Inversînd problema, şi anume, admiţînd analiticitatea ca fiind înteme-

iată, am putea explica într-adevăr sinonimia cognitivă a termenilor astfel (păstrînd exemplele familiare): a spune că „celibatar" şi „om necăsătorit" sînt cognitiv sinonime înseamnă a nu spune mai mult sau mai puţin decît că enunţul:

(3) Toţi celibatarii şi numai ei sînt oameni necăsătoriţi este analitic[7].

Ceea ce ne trebuie este o explicare a sinonimiei cognitive care nu presupune analiticitatea — dacă vrem să explicăm analiticitatea, convers, cu ajutorul sinonimiei cognitive, aşa cum ne-am angajat în §1. Şi, într-adevăr, o asemenea explicaţie independentă a sinonimiei cognitive este acum examinată, şi anume, intersubstituibilitatea *salva veritate* peste tot, exceptînd în interiorul cuvintelor. Problema, pentru a rezuma în cele din urmă ideea de bază, este dacă o asemenea intersubstituibilitate este o condiţie suficientă pentru sinonimia cognitivă. Ne putem repede convinge că ea este suficientă prin exemple de tipul următor. Enunţul:

(4) În mod necesar toţi celibatarii şi numai ei sînt celibatari este evident adevărat, chiar presupunînd că interpretăm pe „necesar" atît de strict încît el să fie aplicabil adevărat numai la enunţurile analitice. Deci, dacă „celibatar" şi „om necăsătorit", sînt intersubstituibile *salva veritate*; rezultatul

(5) În mod necesar toţi celibatarii şi numai ei sînt oameni necăsătoriţi

obţinut prin punerea lui „om necăsătorit" în locul unei apariţii a lui „celibatar" în (4) trebuie, ca şi (4), să fie adevărat. Dar a spune că (5) este adevărat înseamnă a spune că (3) este analitic, şi deci că „celibatar" şi „om necăsătorit" sînt cognitiv sinonimi.

Să vedem ce anume dă argumentului de mai sus aerul unui hocus-pocus. Condiţia intersubstituibilităţii *salva veritate* variază ca forţă cu variaţiile în bogăţie ale limbajului de care dispunem. Argumentul de mai sus presupune că lucrăm cu un limbaj suficient de bogat pentru a conţine adverbul „necesar", acest adverb fiind astfel interpretat încît să conducă la adevăr atunci şi numai atunci cînd se aplică la un enunţ analitic. Putem noi oare trece fără să analizăm mai profund un limbaj care conţine un asemenea

Scanned with OKEN Scanner

adverb? Adverbul are el oare realmente un sens? A admite că are înseamnă a admite că deja avem un sens preelaborat al „analiticului". Dar atunci la ce am mai munci noi atît de greu tocmai în acest moment?

Argumentul nostru nu este categoric circular, ci numai ceva asemănător. El are forma, figurativ vorbind, a unei curbe închise în spaţiu.

Intersubstituibilitatea *salva veritate* nu are sens dacă nu este relativizată la un limbaj specificat într-o manieră relevantă. Să admitem că cercetăm un limbaj care conţine numai următoarele elemente. Există un stoc indefinit de mare de predicate monadice (de exemplu, „F" unde „Fx" înseamnă „x este un om") şi predicate n-adice (de exemplu „G", unde „Gxy" înseamnă „x iubeşte pe y"), referindu-se mai ales la probleme extralogice. Restul limbajului este logic. Enunţurile atomare constau fiecare dintr-un predicat urmat de una sau mai multe variabile „x", „y" etc.; şi enunţurile complexe sînt construite din cele atomare prin funcţii de adevăr („nu", „şi", „sau" etc.) şi cuantificatori[8]. De fapt, un asemenea limbaj se bucură de asemenea de beneficiile descripţiilor şi a termenilor singulari în general, aceştia fiind contextual definibili în manierele cunoscute[9]. Chiar termenii abstracţi singulari care denumesc clase, clase de clase etc., sînt contextual definibili în cazul că stocul de predicate admis include predicatul diadic al apartenenţei la clasă[10]. Un asemenea limbaj poate fi adecvat matematicii clasice şi discursului ştiinţific în general, cu excepţia cazurilor cînd ultimul conţine mijloace controversate, cum ar fi condiţionalele contrafactuale sau adverbele modale ca „necesar" [11]. Un limbaj de acest tip este extensional în sensul următor: două predicate care corespund extensional (adică sînt adevărate despre aceleaşi obiecte), sînt intersubstituibile *salva veritate*[12].

Într-un limbaj extensional, prin urmare, intersubstituibilitatea *salva veritate* nu este o garanţie a sinonimiei cognitive de tipul dorit. Faptul că „celibatar" şi „om necăsătorit" sînt intersubstituibili *salva veritate* într-un limbaj extensional nu ne garantează mai mult decît că (3) este adevărat. Nu există aici o garanţie că acordul extensional al lui „celibatar" cu „om necăsătorit" se întemeiază pe sens mai degrabă decît pe o factualitate ocazională,

Scanned with OKEN Scanner

cum se întîmplă cu acordul extensional al lui „ființă cu inimă" cu „ființă cu rinichi".

Pentru multe scopuri, acordul extensional este cea mai apropiată aproximare a sinonimiei de care avem nevoie. Dar rămîne faptul că acordul extensional este insuficient pentru tipul de sinonimie cognitivă necesar explicării analiticității în maniera §1. Tipul de sinonimie cognitivă necesar aici este acela care să echivaleze sinonimia dintre „celibatar" și „om necăsătorit" cu analiticitatea lui (3), nu doar cu adevărul lui (3).

Astfel, trebuie să recunoaștem că intersubstituibilitatea *salva veritate*, dacă este explicată în raport cu un limbaj extensional, nu este o condiție suficientă a sinonimiei cognitive în sensul necesar pentru derivarea analiticității în maniera §1. Dacă un limbaj conține un adverb intensional „necesar" în sensul care va fi notat ulterior sau alte particule cu același efect, atunci intersubstituibilitatea *salva veritate* într-un asemenea limbaj oferă o condiție suficientă a sinonimiei cognitive; dar un asemenea limbaj este inteligibil numai în măsura în care noțiunea de analiticitate este deja înțeleasă dinainte.

Efortul de a explica sinonimia cognitivă, pentru ca după aceea să se deriveze analiticitatea din ea ca în §1 este, poate, o abordare eronată. Dimpotrivă, am putea încerca să explicăm analiticitatea oarecum fără a face apel la sinonimia cognitivă. După aceea, putem fără îndoială, dacă dorim, să derivăm sinonimia cognitivă din analiticitate suficient de satisfăcător. Am văzut că sinonimia cognitivă a lui „celibatar" și „om necăsătorit" poate fi explicată ca analiticitatea lui (3). Aceeași explicație este valabilă desigur pentru orice pereche de predicate monadice, și ea poate fi extinsă într-un fel evident la predicate poliadice. Alte categorii sintactice pot fi de asemenea înțelese într-o manieră aproape paralelă. Termenii singulari sînt numiți cognitiv sinonimi dacă enunțul de identitate format prin punerea lui „=" între ei este analitic. Enunțurile se numesc cognitiv sinonime dacă bicondiționalul lor (rezultatul unirii lor prin „dacă și numai dacă") este analitic[13]. Dacă vrem să cuprindem toate categoriile într-o singură formulare, cu prețul admiterii din nou a noțiunii de „cuvînt" la care am mai făcut apel mai înainte în această secțiune,

putem descrie două forme lingvistice oarecare ca sinonime cognitiv dacă cele două forme sînt intersubstituibile (în afara apariţiilor din cadrul „cuvintelor") *salva* (nu numai *veritate*) ci *analiticitate*. Apar anumite chestiuni tehnice, într-adevăr, cu cazurile de ambiguitate sau omonimie; să nu ne oprim la ele, totuşi, deoarece am făcut deja o digresiune. Să ne întoarcem de la problema sinonimiei şi să ne apucăm din nou de aceea a analiticităţii.

4. REGULILE SEMANTICE

Analiticitatea a apărut la început definibilă în mod natural prin apel la domeniul sensurilor. Prin rafinare, apelul la sensuri conduce la un apel la sinonimie sau definiţie. Dar definiţia s-a dovedit a fi o iluzie, iar sinonimia s-a dovedit a se putea înţelege bine numai prin mijlocirea unui apel anterior la analiticitatea însăşi. Astfel am ajuns din nou la problema analiticităţii.

Nu cunosc dacă enunţul „orice lucru verde este întins" este analitic. Indecizia mea asupra acestui exemplu trădează oare de fapt o înţelegere incompletă, o sesizare incompletă a „sensurilor" lui „verde" şi „întins"? Cred că nu. Dificultatea nu se referă la „verde" sau la „întins", ci la „analitic".

S-a sugerat adesea că dificultatea separării enunţurilor analitice de cele sintetice în limbajul comun se datoreşte vaguităţii limbajului comun şi că distincţia este clară atunci cînd avem un limbaj artificial precis cuprinzînd „reguli semantice" explicite. Aceasta este totuşi, cum voi încerca să arăt acum, o confuzie.

Noţiunea analiticităţii care ne neliniştește este o relaţie înţeleasă între enunţuri şi limbaje: un enunţ S se zice că este analitic pentru un limbaj L, şi se pune problema să dăm sensul acestei relaţii în general, adică pentru „S" şi „L" variabile. Gravitatea acestei probleme nu este sensibil mai mică pentru limbajele artificiale decît pentru cele naturale. Problema sensului expresiei idiomatice „S este analitic pentru L", cu „S" şi „L" variabile, îşi menţine îndărătnicia chiar dacă noi limităm domeniul variabilei „L" la limbajele artificiale. Să încercăm să scoatem în evidenţă acest lucru.

Pentru limbajele artificiale şi pentru regulile semantice ne adresăm în mod natural scrierilor lui Carnap. Regulile lui semantice iau forme diferite, şi pentru problema care ne interesează va trebui să distingem cîteva dintre aceste forme. Să presupunem, pentru început, un limbaj artificial L_0 ale cărui reguli semantice au forma explicită a unei specificări, recursiv sau, altfel, a enunţurilor analitice ale lui L_0. Regulile ne spun că aceste enunţuri şi numai acestea sînt enunţurile analitice ale lui L_0. Aici dificultatea este pur şi simplu aceea că regulile conţin cuvîntul „analitic" pe care nu îl înţelegem. Înţelegem căror expresii le atribuie regulile analiticitatea, dar nu înţelegem ce anume le atribuie regulile acestor expresii. Pe scurt, înainte de a putea înţelege o regulă care începe astfel „un enunţ S este analitic pentru un limbaj L_0 dacă şi numai dacă ...", trebuie să înţelegem termenul general relativ „analitic pentru"; trebuie să înţelegem „S este analitic pentru L", unde „S" şi „L" sînt variabile.

Alternativ, putem într-adevăr să privim aşa-numita regulă ca o definiţie convenţională a unui nou simbol simplu „analitic-pentru — L_0", care ar putea mai bine să fie scris netendenţios prin „K", astfel încît să nu pară a arunca vreo lumină asupra interesantului cuvînt „analitic". Evident, orice număr de clase K, M, N etc. de enunţuri ale lui L_0 poate fi specificat pentru diferite scopuri sau pentru nici unul; ce înseamnă a spune că K, spre deosebire de M, N etc., este clasa enunţurilor „analitice" ale lui L_0?

Spunînd ce enunţuri sînt analitice pentru L_0, explicăm „analitic pentru L_0", dar nu „analitic", nici „analitic pentru". Nu vom explica idiomul „S este analitic pentru L" cu „S" şi „L" variabile, chiar dacă sîntem de acord să limităm domeniul lui „L" la cîmpul limbajelor artificiale.

De fapt, trebuie să cunoaştem suficiente lucruri asupra semnificaţiei intenţionate a lui „analitic", pentru a cunoaşte că enunţurile analitice sînt presupuse a fi adevărate. Să ne întoarcem deci la o a doua formă a regulii semantice, care nu spune că enunţurile de un anumit tip sînt analitice ci doar că enunţurile de un anumit tip sînt incluse printre enunţurile adevărate. O asemenea regulă nu ar putea fi criticată pentru faptul că ar conţine un cuvînt neînţeles „analitic"; şi vom admite, de dragul argumentării, că nu

Scanned with OKEN Scanner

există vreo dificultate cu termenul mai larg „adevăr". O regulă semantică de acest al doilea tip, o regulă de adevăr, nu se presupune că specifică toate adevărurile limbajului; ea doar stipulează recursiv, sau altfel, o anumită multitudine de enunțuri care, alături de altele nespecificate, vor fi considerate ca adevărate. O asemenea regulă se poate concede că este suficient de clară. Derivînd de aici, după aceea, analiticitatea poate fi demarcată astfel: un enunț este analitic dacă el este (nu numai adevărat ci) adevărat în conformitate cu regula semantică.

Nici aici nu există realmente vreun progres. În loc de a apela la un cuvînt neexplicat, „analitic", apelăm acum la o expresie neexplicată, „regulă semantică". Nu orice enunț adevărat, care spune că enunțurile unei anumite clase sînt adevărate, poate conta ca o regulă semantică — altminteri *toate* adevărurile ar fi „analitice" în sensul de a fi adevărate în acord cu reguli semantice. Regulile semantice se disting, aparent, doar prin faptul că ele sînt trecute pe o pagină sub titlul *Reguli semantice*, iar acest titlu este deci în el însuși lipsit de sens.

Putem spune că un enunț este *analitic pentru* L_0 dacă și numai dacă el este adevărat în conformitate cu asemenea „Reguli semantice" specifice anexate, dar atunci ne găsim aruncați înapoi la același caz care a fost, în esență, inițial discutat: „S este analitic pentru L_0 dacă și numai dacă...". Căutînd să explicăm „S este analitic pentru L" în general, pentru „L" variabil (chiar admițînd limitarea lui „L" la limbajele artificiale), explicația „adevărat conform cu regulile semantice ale lui L" nu ne este folositoare, deoarece termenul relativ „regulă semantică a lui" are nevoie de clarificare, cel puțin atît cît are „analitic pentru".

Ar putea fi instructiv să se compare noțiunea de regulă semantică cu aceea de postulat. Relativ la o mulțime dată de postulate, este ușor de zis ce este un postulat: el este un membru al mulțimii. Relativ la o mulțime dată de reguli semantice este la fel de ușor să spui ce este o regulă semantică. Dar fiind dată numai o notație, matematică sau de alt gen, o notație realmente înțeleasă oricît dorim de complet cu privire la traducerea condițiilor de adevăr ale enunțurilor ei, cine poate spune care dintre enunțurile ei adevărate poate fi socotit ca postulat? Evident, întrebarea este lip-

sită de sens — la fel de fără sens ca a întreba care dintre punctele din Ohio sînt puncte de plecare. Orice selecţie finită (sau infinită, efectiv specificabilă) de enunţuri (de preferat cele adevărate, poate) este la fel de mult *o* mulţime de postulate ca oricare alta. Cuvîntul „postulat" este semnificativ numai relativ la un act de cercetare; aplicăm cuvîntul unei mulţimi de enunţuri numai în aceeaşi măsură în care se întîmplă, pentru un an sau momentan, să fi gîndit aceste enunţuri în raport cu enunţurile ce se pot obţine din ele printr-o anumită mulţime de transformări către care noi am considerat că este potrivit să ne îndreptăm atenţia. Astfel, noţiunea de regulă semantică este la fel de sensibilă şi semnificativă ca aceea de postulat, dacă este concepută într-un spirit similar relativ, — relativ de această dată la o anumită încercare particulară de a instrui persoanele neversate cu condiţiile suficiente pentru adevărul enunţurilor unui anumit limbaj L, natural sau artificial, pe care nu-l vorbesc. Dar, din acest punct de vedere, nici o semnalizare a unei subclase a adevărurilor lui L nu este intrinsec, mai mult decît alta, o regulă semantică; şi dacă „analitic" înseamnă „adevăr prin reguli semantice", nici un adevăr al lui L nu este analitic mai mult decît altul[14].

S-ar putea protesta, este de imaginat, că un limbaj artificial L (spre deosebire de unul natural) este un limbaj în sensul comun *plus* o mulţime de reguli semantice explicite — întregul constituind, să spunem, o pereche ordonată — şi că regulile semantice ale lui L sînt deci specificabile simplu ca al doilea component al perechii L. Dar, prin aceeaşi metodă şi, mai simplu, am putea interpreta un limbaj artificial L direct ca o pereche ordonată al cărui al doilea component să fie clasa enunţurilor lui analitice; şi atunci enunţurile analitice ale lui L devin specificabile numai ca enunţuri din al doilea component al lui L. Sau, încă şi mai bine, nu am putea înceta de a mai tîrî inutil cureaua de la botine?

Nu toate explicaţiile analiticităţii cunoscute lui Carnap şi şcolii sale au fost cuprinse explicit în consideraţiile de mai sus, dar extinderea acestora la alte forme nu este greu de sesizat. Mai trebuie menţionat încă un factor care poate fi asociat: uneori regulile semantice sînt de fapt reguli de traducere în limbajul comun, în care caz enunţurile

Scanned with OKEN Scanner

analitice ale limbajului artificial sînt de fapt recunoscute ca atare după analiticitatea traducerilor lor specifice în limbajul comun. Aici, în mod cert, nu putem concepe vreo iluminare a problemei analiticității din partea limbajului artificial.

Din punctul de vedere al problemei analiticității, noțiunea unui limbaj artificial cu regulile semantice este un *feu follet par excellence*. Regulile semantice, determinînd enunțurile analitice ale unui limbaj artificial, prezintă interes numai în măsura în care noi deja înțelegem noțiunea analiticității; ele nu ne ajută în dobîndirea acestei înțelegeri.

Recurgerea la limbajele ipotetice, de un gen artificial simplu, ar putea fi utilă în clarificarea analiticității dacă factorii mentali, de comportament sau culturali, relevanți pentru analiticitate — oricare ar putea fi ei — ar fi oarecum schițați în modelul simplificat. Dar un model care ia analiticitatea numai ca un caracter ireductibil este puțin probabil că va ilumina în vreun fel problema explicării analiticității.

Este evident că adevărul depinde în general atît de limbaj, cît și de faptul extralingvistic. Enunțul „Brutus a ucis pe Cezar" ar fi fals dacă starea reală ar fi fost alta, dar el ar fi de asemenea fals dacă cuvîntul „a ucis" s-ar fi întîmplat să aibă mai degrabă sensul lui „a rugat". Astfel, sîntem tentați să presupunem că în general adevărul unui enunț este oarecum analizabil într-o componentă lingvistică și o componentă factuală. Dată fiind această supoziție, pare apoi rezonabil ca în anumite enunțuri componenta factuală să fie nulă; și acestea sînt enunțurile analitice. Dar, cu toată rezonabilitatea *a priori* a acestei ipoteze, o graniță între enunțurile analitice și cele sintetice pur și simplu nu a fost trasată. Afirmația că există o asemenea distincție și că este necesar ca ea să fie formulată este o dogmă neempirică a empiriștilor, un articol metafizic de credință.

5. TEORIA VERIFICĂRII ȘI REDUCȚIONISMUL

În cursul acestor sumbre reflecții am aruncat o privire întunecată în primul rînd asupra noțiunii sensului, apoi asupra noțiunii sinonimiei cognitive și, în final, asupra

noţiunii analiticităţii. Dar ce este, ne-am putea întreba, cu teoria verificaţionistă a sensului? Însăşi această expresie s-a instituit atît de ferm ca o lozincă a empirismului, încît am proceda foarte neştiinţific într-adevăr dacă nu am căuta dedesubtul ei o cheie posibilă pentru problema sensului şi pentru problemele asociate acesteia.

Teoria verificaţionistă a sensului, devenită remarcabilă în literatură după Peirce, este acea teorie după care sensul unui enunţ este constituit de metoda de confirmare sau infirmare empirică a lui. Un enunţ analitic este acel caz limită care este confirmat de orice stare de lucruri.

Aşa cum am susţinut în §1, putem foarte bine să trecem peste problema sensurilor ca entităţi şi să ne referim direct la identitatea sensurilor, la sinonimie. Atunci, ceea ce spune teoria verificării este că enunţurile sînt sinonime dacă şi numai dacă ele se aseamănă în privinţa metodei de confirmare sau de infirmare empirică.

Aceasta este o explicaţie a sinonimiei cognitive nu a formelor lingvistice în general, ci a enunţurilor[15]. Totuşi, din conceptul sinonimiei enunţurilor putem deriva conceptul sinonimiei pentru alte forme lingvistice, prin consideraţii întrucîtva similare cu acelea de la sfîrşitul §3. Admiţînd noţiunea de „cuvînt", putem într-adevăr explica două forme lingvistice oarecare ca sinonime dacă substituirea unuia dintre ele cu cealaltă în orice enunţ (în afara aparıţiilor în „cuvinte") conduce la un enunţ sinonim. În sfîrşit, putem defini analiticitatea în termenii sinonimiei şi adevărului logic ca în §1. Putem, de fapt, să definim analiticitatea şi mai simplu numai în termenii sinonimiei enunţurilor şi ai adevărului logic; nu este necesar să recurgem şi la sinonimia altor forme lingvistice. În acest fel un enunţ poate fi descris simplu ca analitic dacă el este sinonim cu un enunţ logic adevărat.

Astfel, dacă se poate accepta teoria verificării ca o explicaţie adecvată pentru sinonimia enunţurilor, noţiunea de analiticitate este salvată. Totuşi, să reflectăm. Sinonimia enunţurilor se zice că este asemănarea metodelor confirmării sau infirmării empirice. Ce sînt aceste metode care trebuie comparate pentru asemănarea lor? Care este, cu alte cuvinte, natura relaţiei unui enunţ cu experienţele care contribuie la (sau scad din) confirmarea lui?

Scanned with OKEN Scanner

Cea mai naivă concepţie asupra relaţiei dintre enunţuri şi experienţă este aceea că am avea de-a face aici cu o înregistrare directă a experienţei în enunţuri. Acesta este *reducţionismul radical*. Orice enunţ cu sens se consideră că este traductibil într-un enunţ (adevărat sau fals) asupra experienţei imediate. Reducţionismul radical, într-o formă sau alta, precede cu mult teoria verificaţionistă a sensului, denumită explicit în acest mod. Astfel, Locke şi Hume susţin că orice idee trebuie sau să se origineze direct în experienţa sensibilă sau să fie compusă din idei avînd o astfel de origine; şi, urmînd o sugestie a lui J. H. Tooke (I, cap 2.), putem reformula această doctrină în jargon semantic spunînd că un termen, pentru a fi în general semnificativ, trebuie să fie sau un nume al unui dat sensibil, sau un compus de asemenea nume, sau o abreviere a unui asemenea compus. Astfel formulată, doctrina rămîne ambiguă în stabilirea datelor sensibile ca fiind evenimente senzoriale sau calităţi sensibile; şi rămîne vagă şi în privinţa căilor admisibile de compunere a lor. Mai mult, doctrina este nenecesară şi intolerabil de restrictivă în critica termen- cu-termen pe care ea o impune. Mai rezonabil, fără a depăşi totuşi limitele a ceea ce am numit reducţionism radical, am putea considera enunţurile complete ca unităţi de semnificaţie, cerînd astfel ca enunţurile luate ca întregi să fie traductibile în limbajul datelor sensibile, nu însă ca ele să fie traductibile termen cu termen.

Această amendare ar fi fost indiscutabil bine venită pentru Locke, Hume şi Tooke, dar istoric ea a avut de aşteptat o importantă reorientare în semantică — reorientare prin care vehiculul principal al sensului nu va mai trebui văzut ca fiind termenul, ci enunţul. Această reorientare, vizibilă la Bentham (vol. 8, p. 247f) şi Frege, (§60), e subiacentă conceptului lui Russell de simbol incomplet definit prin utilizare[16]; de asemenea, ea este implicită în teoria verificaţionistă a sensului, întrucît obiectele verificării sînt enunţurile.

Reducţionismul radical, conceput acum cu enunţurile ca unităţi, îşi pune sarcina să specifice un limbaj al datelor sensibile şi să arate cum se traduce restul discursului semnificativ, enunţ cu enunţ, în el. Carnap s-a angajat să realizeze acest proiect în *Aufbau*.

Scanned with OKEN Scanner

Limbajul pe care l-a adoptat Carnap ca punctul său de plecare nu a fost un limbaj al datelor sensibile în cel mai îngust sens imaginabil, deoarece el includea, de asemenea, noţiunile logicii, mergînd pînă la acelea ale teoriei superioare a mulţimilor. De fapt el includea întregul limbaj al matematicii pure. Ontologia implicată în el (adică domeniul valorilor variabilelor lui) îmbrăţişa nu numai evenimentele senzoriale, ci şi clasele, clasele de clase ş. a. m.d. Tocmai empiriştii ar fi aceia care s-ar înspăimînta de o asemenea risipă. Punctul de plecare al lui Carnap este totuşi foarte economic în partea sa privind domeniul extralogic sau pe cel senzorial. Într-o serie de construcţii în care se exploatează resursele logicii moderne cu multă ingeniozitate, Carnap ajunge să definească o largă multitudine de concepte senzoriale adiţionale care, în afara construcţiilor sale, nici nu s-ar fi imaginat că ar putea fi definibile pe o bază atît de redusă. El a fost primul empirist care, nemulţumindu-se cu asertarea reductibilităţii ştiinţei la termenii experienţei imediate, a făcut paşi serioşi spre elaborarea acestei reduceri.

Dacă punctul de plecare al lui Carnap este satisfăcător, construcţiile lui erau, cum a susţinut el însuşi, numai un fragment a unui întreg program. Construcţia chiar a celui mai simplu enunţ asupra lumii fizice a fost lăsată într-o stare de schiţă. Sugestiile lui Carnap în această problemă, în ciuda caracterului lor sumar, erau foarte interesante. El a explicat momentele punctuale spaţio-temporale prin cuadruple de numere reale şi a studiat atribuirea calităţilor sensibile momentelor punctuale în conformitate cu anumite canoane. Pe scurt, planul său era ca atribuirea calităţilor momentelor punctuale să fie făcută astfel, încît să se obţină cea mai comodă lume compatibilă cu experienţa noastră. Principiul minimei acţiuni trebuia să fie ghidul nostru în construirea unei lumi plecînd de la experienţă.

Carnap nu pare să fi recunoscut totuşi că abordarea reducţionistă pe care el a propus-o obiectelor fizice nu a reuşit, nu numai datorită caracterului ei sumar, ci principial. Enunţurilor de forma „Calitatea *q* se află la momentul-punctual *x ;y ;z ;t*" urmau să li se atribuie valori de adevăr astfel încît să se maximizeze şi să se minimizeze anumite trăsături generale, iar odată cu creşterea cunoaşterii, valorile de adevăr trebuiau revizuite progresiv în acelaşi spirit.

Scanned with OKEN Scanner

Cred că aceasta este o bună schematizare (deliberat suprasimplificată, desigur) a ceea ce ştiinţa face realmente; dar ea nu ne oferă o indicaţie, nici chiar cea mai sumară, asupra modului în care un enunţ de forma „Calitatea q se află în $x; y; z; t$" ar putea fi tradus în limbajul iniţial al lui Carnap, al datelor sensibile plus logica. Conectivul „se află în" rămîne un conectiv nedefinit, adăugat; regulile ne sfătuiesc pentru utilizarea lui, nu pentru eliminarea lui.

Carnap se pare că a apreciat acest fapt ulterior; deoarece în ultimele sale scrieri el a abandonat orice noţiune a traductibilităţii enunţurilor asupra lumii fizice în enunţuri asupra experienţei imediate. Reducţionismul în forma sa radicală a încetat de mult să mai figureze în filosofia lui Carnap.

Dar dogma reducţionismului, într-o formă mai subtilă şi mai rafinată, a continuat să influenţeze gîndirea empiriştilor. Se păstrează ideea că fiecărui enunţ sau fiecărui enunţ sintetic îi este asociat un unic domeniu de evenimente senzoriale posibile, astfel încît apariţia unuia dintre ele va spori probabilitatea adevărului enunţului şi că enunţului îi este asociat un alt domeniu unic de evenimente senzoriale posibile, a căror apariţie va micşora această probabilitate. Această noţiune este, desigur, implicită în teoria verificaţionistă a sensului.

Dogma reducţionismului supravieţuieşte prin supoziţia că fiecare enunţ, luat izolat faţă de partenerii lui, poate admite în general o confirmare sau o infirmare. Sugestia mea opusă, care îşi are originea, esenţial, în doctrina lui Carnap asupra lumii fizice din *Aufbau*, este că enunţurile noastre asupra lumii externe înfruntă tribunalul experienţei sensibile nu în mod individual, ci numai ca o unitate corporativă[17].

Dogma reducţionismului, chiar în forma sa atenuată, este intim corelată cu cealaltă dogmă, existenţa unei rupturi între analitic şi sintetic. Am ajuns noi înşine, într-adevăr, de la ultima problemă la prima prin teoria verificaţionistă a sensului. Mai direct, ultima dogmă o sprijină în mod clar pe prima în felul următor: atîta vreme cît se consideră că are sens în general să se vorbească despre confirmarea şi infirmarea unui enunţ, pare a avea sens să se vorbească, de asemenea, despre un tip limită de enunţuri care sînt

confirmate în gol, *ipso facto*, valabile în general; şi un asemenea enunţ este analitic.

Cele două dogme sînt într-adevăr la origine identice. Noi am realizat în ultima vreme că, în general, adevărul unui enunţ depinde în mod evident de limbaj şi de faptul extralingvistic. Şi am notat că această circumstanţă evidentă aduce după sine, nu logic ci natural, sentimentul că adevărul unui enunţ este oarecum analizabil într-o componentă lingvistică şi o componentă factuală. Componenta factuală trebuie, dacă sîntem empirişti, să se reducă la un domeniu de experienţe confirmatoare. În cazul extrem în care componenta lingvistică reprezintă singura care are importanţă, un enunţ adevărat este analitic. Dar sper că sîntem acum impresionaţi cu ce îndărătnicie a rezistat distincţia dintre analitic şi sintetic oricărei conturări precise. Sînt impresionat de asemenea, în afara unor exemple prefabricate cu extragerea unor bile negre şi albe dintr-o urnă, în ce impas a adus problema orice teorie explicită a confirmării empirice a unui enunţ sintetic. Sugestia mea actuală este că e un nonsens şi un izvor de numeroase nonsensuri să vorbim despre o componentă lingvistică şi despre o componentă factuală a adevărului oricărui enunţ individual. Luată colectiv, ştiinţa are o dublă dependenţă de limbaj şi de experienţă, dar această dualitate nu poate fi trasată semnificativ pentru enunţurile ştiinţei luate unul cîte unul.

Ideea definirii unui simbol prin utilizarea sa a fost, cum s-a remarcat, un progres în raport cu empirismul termen cu termen, imposibil, al lui Locke şi Hume. Enunţul, mai degrabă decît termenul, a început cu Bentham să fie recunoscut ca unitatea care să reziste în faţa unei critici empirice. Dar ceea ce susţin acum este că chiar dacă luăm enunţul ca unitate noi tot am stabilit o sită prea fină. Unitatea semnificaţiei empirice este ştiinţa întreagă.

6. EMPIRISMUL FĂRĂ DOGME

Totalitatea aşa-numitei cunoaşteri sau a credinţelor noastre, de la cele mai factuale probleme ale geografiei şi istoriei pînă la cele mai profunde legi ale fizicii atomice sau chiar ale matematicii pure şi logicii, constituie o ţesătură

alcătuită de om, care se ciocnește cu experiența numai de-a lungul marginilor. Sau, pentru a modifica imaginea, știința totală este asemenea unui cîmp de forțe ale cărui condiții-limită le constituie experiența. Un conflict cu experiența la periferie ocazionează reajustări în interiorul cîmpului. Valorile de adevăr vor fi redistribuite pentru unele dintre enunțurile noastre. Reevaluarea anumitor enunțuri implică reevaluarea altora din cauza interconexiunilor lor logice — legile logicii fiind, la rîndul lor, numai alte enunțuri oarecare ale sistemului, alte elemente oarecare ale cîmpului. Dacă am reevaluat un enunț, trebuie să reevaluăm alte cîteva, care pot fi enunțuri logic conectate cu primul, sau pot fi enunțuri asupra conexiunilor logice însele. Dar cîmpul total este astfel subdeterminat prin condițiile de frontieră, experiența, astfel încît există multă libertate de a alege care anume enunțuri să fie reevaluate în lumina unei singure experiențe contrare. Nici o experiență particulară nu este legată de un enunț particular din interiorul domeniului, cu excepția legăturii indirecte prin considerații de echilibru care afectează cîmpul ca întreg.

În această concepție, este greșit să se vorbească despre conținutul empiric al unui enunț individual — în special dacă el este un enunț foarte îndepărtat de periferia experiențială a cîmpului. Mai mult, devine lipsit de sens să căutăm o graniță între enunțurile sintetice, care sînt valabile contingent pe baza experienței, și enunțurile analitice, care sînt valabile în general. Orice enunț poate fi făcut valabil în general, dacă facem ajustări suficient de drastice în altă parte a sistemului. Chiar un enunț foarte apropiat de periferie poate fi menținut adevărat în prezența unei experiențe recalcitrante, invocînd halucinații sau modificînd anumite enunțuri de genul celor numite legi logice. Convers, nici un enunț nu este imun la revizuire. S-a propus chiar revizuirea legii logice a terțului exclus ca un mijloc pentru simplificarea mecanicii cuantice; și ce diferență este, în principiu, între o asemenea schimbare și aceea prin care Kepler a înlocuit pe Ptolemeu sau Einstein pe Newton, sau Darwin pe Aristotel?

Pentru a oferi o descriere mai vie, am vorbit în termenii distanțelor variabile față de o periferie senzorială. Să încercăm să clarificăm acum această noțiune nemetaforic. Anu-

Scanned with OKEN Scanner

mite enunţuri, deşi formulate *asupra* obiectelor fizice şi nu asupra experienţei sensibile, par a fi deosebit de înrudite cu experienţa sensibilă — şi, într-o manieră selectivă, unele enunţuri cu anumite experienţe, altele cu alte experienţe. Asemenea enunţuri înrudite cu unele experienţe particulare le imaginez apropiate de periferie. Dar această relaţie de „rudenie" nu dă nimic altceva decît o slabă asociaţie care reflectă probabilitatea relativă, în practică, a alegerii unui enunţ mai degrabă decît a altuia pentru revizuire în eventualitatea experienţei recalcitrante. De exemplu, putem imagina experienţe recalcitrante la care am fi sigur înclinaţi să acomodăm sistemul nostru prin reevaluarea numai a enunţului că există case de cărămidă pe Elm Street împreună cu enunţurile corelate pe aceeaşi temă. Putem imagina alte experienţe recalcitrante la care am fi înclinaţi să acomodăm sistemul nostru prin reevaluarea tocmai a enunţului că nu există centauri, împreună cu enunţurile înrudite. O experienţă recalcitrantă poate, am susţinut, să fie acomodată prin oricare dintre reevaluările alternative în diferite sectoare alternative ale sistemului total; dar, în cazurile pe care le imaginăm acum, tendinţa noastră naturală de a perturba sistemul total pe cît posibil de puţin ne duce să ne concentrăm revizuirile asupra acestor enunţuri specifice care se referă la casele din cărămidă sau la centauri. Aceste enunţuri sînt recunoscute, prin urmare, a avea o referinţă empirică mai precisă decît enunţurile superioare teoretice ale fizicii sau logicii sau ontologiei. Acestea din urmă pot fi considerate ca localizate relativ central în structura totală, însemnînd că ele sînt supuse numai unei slabe conexiuni preferenţiale cu orice dat sensibil particular.

Ca empirist, eu continui să gîndesc despre schema conceptuală a ştiinţei ca un instrument, în ultimă instanţă, pentru prezicerea experienţei viitoare în lumina experienţei trecute. Obiectele fizice sînt conceptual introduse în situaţie ca intermediari convenabili nu prin definirea lor în termenii experienţei, ci pur şi simplu ca stipulări[18] ireductibile, comparabile epistemologic cu zeii lui Homer. Din punctul meu de vedere, al unui fizician laic, cred în obiectele fizice, şi nu în zeii lui Homer; şi consider că este o eroare ştiinţifică să crezi altfel. Dar din punctul de vedere al situaţiei epistemologice, deosebirea obiectelor fizice de

zei este numai una de grad, nu de gen. Ambele tipuri de entităţi pătrund în concepţia noastră numai ca stipulări culturale. Mitul obiectelor fizice este epistemologic superior multor mituri prin aceea că el s-a dovedit mai eficace decît altele ca instrument pentru a introduce o structură practică în fluxul experienţei.

Stipularea nu se opreşte la obiectele fizice macroscopice. Obiectele la nivelul atomic sînt *introduse* pentru a face legile obiectelor macroscopice şi, în ultimă instanţă, legile experienţei mai simple şi mai practice; şi nu trebuie să aşteptăm sau să cerem definiţia completă a entităţilor atomice şi subatomice în termenii celor macroscopice, mai mult decît definirea lucrurilor macroscopice în termenii datelor senzoriale. Ştiinţa este o continuare a simţului comun şi ea continuă procedura oportună a simţului comun de a umfla ontologia pentru a simplifica teoria.

Obiectele fizice, mici şi mari, nu sînt singurele stipulări. Forţele constituie un alt exemplu; şi, într-adevăr, se spune în prezent că graniţa dintre energie şi materie este perimată. Dealtfel, entităţile abstracte care alcătuiesc substanţa matematicii — în ultimă instanţă clasele şi clasele de clase ş. a. — sînt alte stipulări în acelaşi spirit. Epistemologic, acestea sînt mituri în aceeaşi situaţie cu obiectele fizice şi cu zeii, nici mai bune, nici mai rele, cu excepţia diferenţelor privind gradul cu care ele fac mai eficiente relaţiile noastre cu experienţele sensibile.

Algebra generală a numerelor raţionale şi iraţionale este subdeterminată de algebra numerelor raţionale, dar este mai regulată şi mai convenabilă şi ea include algebra numerelor raţionale ca o „parte a leului”[19]. Ştiinţa totală, matematică, naturală şi umană este subdeterminată de experienţă, mult mai extrem însă. Limita sistemului trebuie ţinută în acord cu experienţa; restul, cu toate miturile şi ficţiunile elaborate, are ca obiectiv simplicitatea legilor.

Problemele ontologice, în această concepţie, sînt paralele cu problemele ştiinţei naturii[20]. Să considerăm problema dacă se apreciază clasele ca fiind entităţi. Aceasta, cum am argumentat în altă parte[21], este problema dacă se cuantifică asupra variabilelor care iau clasele ca valori. Carnap („Empiricism, Semantics and Ontology”) a susţinut că aceasta nu e o problemă factuală, ci una de alegere a unei

forme a limbajului convenabilă, a unei scheme sau rețele conceptuale convenabile pentru știință. Cu aceasta eu sînt de acord, dar numai cu condiția ca același lucru să fie admis cu privire la ipotezele științifice în general. Carnap însuși a recunoscut (în lucrarea citată, p. 354 n.) că este în stare să mențină un dublu standard pentru problemele ontologice și pentru ipotezele științifice numai admițînd o absolută distincție între analitic și sintetic ; dar nu trebuie să mai repet că aceasta este o distincție pe care eu o resping[22].

Problema cu privire la existența claselor mi se pare mai mult o chestiune asupra schemei conceptuale convenabile ; problema existenței centaurilor sau a caselor din cărămidă pe Elm Street mi se pare mai mult o chestiune de fapt. Dar am susținut că această diferență este numai de grad și că se întemeiază pe înclinația noastră pragmatică vagă de a ajusta un fir din țesătura științei mai degrabă decît altul în acomodarea unei experiențe oarecare speciale recalcitrante. Conservatismul este reprezentat în asemenea alegeri ; de asemenea și căutarea simplicității.

Carnap, Lewis și alții iau o poziție pragmatică în problema alegerii între formele limbajelor, a cadrelor conceptuale științifice, dar pragmatismul lor îi părăsește la granița imaginară între analitic și sintetic. Respingînd o asemenea graniță, eu îmbrățișez un pragmatism mai complet. Fiecare om are o moștenire științifică plus un baraj continuu al stimulilor senzoriali, iar considerațiile care îl ghidează în deformarea moștenirii lui științifice pentru a corespunde cu provocările senzoriale continue sînt, în cazul cînd sînt raționale, pragmatice.

NOTE

[1] Vezi, mai sus, p. 9 (studiul lui Q u i n e, *On What There Is* din volumul *From a Logical Point of View*) (nt. trad.).

[2] Vezi mai sus, p. 10 (*Ibidem* (nt. trad.)).

[3] Vezi, mai înainte, p. 11 f *(On What There Is)* și, mai departe, p. 48 *(Meaning in Linguistics)*.

[4] R. C a r n a p, *Meaning and Necessity* (Chicago, University of Chicago Press 1947, p. 9 ff ; *Logical Foundations of Probability* (Chicago, University of Chicago Press, 1970), p. 70 f.

[5] În conformitate cu un sens deosebit, important, al „definiției", relația păstrată poate fi relația mai slabă a corespondenței numai în ceea ce

privește referința; vezi, mai jos, p. 132 *(Notes on the Theory of Reference* (nt. trad.)). Dar definiția în acest sens ar trebui ignorată în conexiunea actuală, fiind irelevantă pentru problema sinonimiei.

[6] Cf. C. I. Lewis, *A Survey of Symbolic Logic* (Berkeley, 1918), p. 373.

[7] Aceasta este sinonimia cognitivă într-un sens primar, larg. Carnap (*Meaning and Necessity*, p. 56 ff) și Lewis (*An Analysis of Knowledge and Valuation*, La Salle, Ill, Open Court, 1946, p. 83 ff) au sugerat cum, avînd această noțiune, se poate deriva un sens mai îngust al sinonimiei cognitive, care, pentru anumite intenții, este preferabil. Dar această ramură specială a structurii conceptului cade dincolo de scopurile prezente și nu trebuie confundată cu genul mai larg de sinonimie cognitivă care ne interesează aici.

[8] Paginile 81 ff de mai jos conțin o descriere tocmai a unui asemenea limbaj, exceptînd faptul că aici se întîmplă să fie numai un predicat, predicatul diadic „E".

[9] Vezi mai sus, p. 5—8 și, mai departe, p. 85 *(New Foundations for Mathematical Logic)* și 166 f *(Meaning and Existential Inference)*.

[10] Vezi, mai jos, p. 87 *(New Foundations for Mathematical Logic)*.

[11] Despre acestea, vezi *Eseul* VIII *(Reference and Modality)*.

[12] Aceasta este substanța lui: Quine, *Mathematical Logic*, New York, Norton, 1940 (ed. rev. Harvard University Press, 1951).

[13] „Dacă și numai dacă" el însuși este înțeles în sensul unei funcții de adevăr (Vezi Carnap, *Meaning and Necessity*, p. 14).

[14] Paragraful care s-a încheiat nu a constituit o parte a eseului prezent așa cum a fost original publicat. El a fost provocat de Martin (vezi bibliografia, R. M. Martin, *On analytic*, *Philosophical Studies*, 3 (1952), p. 42—47 (nt. trad.)), cum a fost și sfîrșitul *Eseului* VII *(Notes on the Theory of Reference* (nt. trad.)).

[15] Doctrina ar putea fi formulată cu termeni și nu cu enunțuri ca unități. Astfel Lewis descrie sensul unui termen ca *„un criteriu mintal*, referindu-ne la care sîntem capabili să aplicăm sau să refuzăm să aplicăm expresia respectivă în cazul lucrurilor sau situațiilor prezentate sau imaginate" *(An Analysis of Knowledge and Valuation*, p. 133). Pentru o explicare instructivă a vicisitudinilor teoriei verificaționiste a sensului, centrată totuși pe problema *semnificației* mai degrabă decît a sinonimiei și a analiticității, vezi Hempel, *Problems and changes in the empiricist criterion of meaning*, în „Revue internationale de philosophie", 4, 1950, 41—63 (nt. trad.).

[16] Vezi, mai sus, p. 6.

[17] Această doctrină a fost argumentată de P. Duhem (*La Théorie physique, son object et sa structure*, Paris, 1906), p. 303—328; sau vezi A. Lowinger, *The Methodology of Piérre Duhem*, New York, Columbia University Press, 1941.

Scanned with OKEN Scanner

[18] Vezi p. 17 *(On What There Is)*.

[19] Vezi p. 18 *(On What There Is)*.

[20] „L'ontologie fait corps avec la science elle-même et ne peut en être séparée" (E. Meyerson, *Identité et realité*, Paris, 1908, ed. 4, 1932).

[21] *On What There Is*, p. 12, *Logic and the Reification of Universals*, p. 102 (capitolele I şi, respectiv, VI din *From a Logical Point of View* (nt. trad.)).

[22] Pentru o expunere efectivă a altor temeri asupra acestei distincţii, vezi M. White, *The Analytic and the synthetic, an untenable dualism*, în Sidney Hook (ed.), *John Dewey Philosopher of Science and Freedom*, New York, Dial Press, 1950, p. 316—330.

Scanned with OKEN Scanner

PROBLEMA LIMBAJULUI ȘI DESCHIDEREA LA EXPERIENȚĂ*

F. GONSETH

Poincaré numea predicativă o *punere în ordine* susceptibilă de a fi încheiată sau continuată fără ca niciodată să fie necesar să se revină asupra a ceea ce s-a făcut deja, asupra a ceea ce s-a ordonat deja, pentru a-l retuşa sau modifica. Acest calificativ poate fi extins la o procedură susceptibilă de a fi repetată de cîteva ori: se va numi predicativă dacă nu trebuie să se revină asupra ei pentru a modifica o situaţie deja depăşită în scopul de a putea integra în ea un rezultat ulterior obţinut.

Edificarea axiomatică a unei discipline plecînd de la un sistem dat de axiome poate fi considerată ca o procedură predicativă.

Dar căutarea celor mai corespunzătoare axiome (pentru a răspunde la o anumită intenţie suplimentară) este o procedură de încercare, care, de regulă, nu este predicativă.

Acest exemplu arată clar că o procedură predicativă poate foarte bine să nu formeze decît un episod al unei proceduri ne-predicative.

S-ar putea numi *procedură de reducţie* o procedură care permite să se reducă fie imediat, fie din aproape în aproape căutarea unui rezultat r la aceea a altui rezultat r'. Procedura este predicativă dacă cercetarea lui r' se poate efectua fără a face nici un împrumut la rezultatul r, pe care prima cercetare îl are ca obiect de stabilit.

În acest sens, o *procedură de fundament*, care, de exem-

---

* „Dialectica", 47/48, 1958.

plu, defineşte numerele întregi fără a evita folosirea numerelor naturale, nu este predicativă.

1. Cu cîteva ocazii deja mi s-a părut util să relev că mersul general al cunoaşterii ştiinţifice nu este predicativ.

2. Nu pare deloc că problema limbajului ar putea fi tratată într-o perspectivă predicativă, întrucît ea nu va fi tratată fără concursul unei limbi anterior şi convenabil constituită. Aceasta nu vrea să spună că procedurile predicative (axiomatizante, formalizante etc.) nu ar putea să contribuie eficace la elucidarea sa. Ele nu ar putea totuşi interveni decît ca episoade într-un demers mai complex. Cel care încearcă să abordeze limbajul se găseşte fatalmente în situaţia de cunoaştere şi participă necesarmente la un mediu discursiv. Cum să se imagineze o procedură de elucidare susceptibilă de a-l lua în considerare?

(Nu încercăm să definim strict ce trebuie înţeles prin cele două expresii: „a fi în situaţie de cunoaştere" şi „a participa la un mediu discursiv". Raţiunea acestui fapt este aceea că, conform principiului dualităţii despre care va fi vorba imediat, procedura pur verbală care constituie o definiţie strictă nu poate recrea semnificaţia lor exactă. Pentru a o obţine, ar trebui să avem cunoştinţă de anumite caractere în acelaşi timp elementare şi fundamentale ale situaţiei celui care participă la cercetare. Or, această luare de cunoştinţă nu este o problemă de definiţie, ci una de experienţă. Practicii prelungite a cercetării însăşi îi sîntem îndatoraţi. Vom reveni peste puţin timp.)

3. Vom arunca deci o privire rapidă asupra rolului limbajului în cercetare.

Orice cercetare îşi are limbajul său, orice disciplină îşi are discursul său. Fără un limbaj adecvat, mersul unei cercetări n-ar putea fi expus, rezultatele ei n-ar putea fi enunţate. Fără constituirea unui anumit discurs, nici o disciplină n-ar fi edificată. Orice cercetare este astfel angajată pe un prim front pe care l-am putea numi frontul enunţării. Tocmai pe acest front ia formă şi se specifică aspectul discursiv, teoretic şi raţional al disciplinei.

Dar o cercetare, şi în mod special o cercetare care vizează cunoaşterea realului, nu se reduce la aspectul său discursiv, o disciplină nu se află în întregime în discursul

său. Acest fapt este cu deosebire evident pentru o disciplină care comportă un moment explicit al experimentării. El e mai puţin evident pentru matematicile zise pure şi, în general, pentru disciplinele care vizează edificarea structurilor formale. El ar putea fi, totuşi, pus în evidenţă şi aici, cum am arătat dealtfel cu diferite ocazii[1].

Vom constata deci că, de regulă, o cercetare comportă un al doilea front de angajare pe care l-am putea numi *frontul ei de investigaţie*. Activitatea care se desfăşoară aici poate merge de la simplul exerciţiu al organelor senzoriale şi de la constatările cele mai elementare la experimentarea care pune la lucru sistematic mijloacele tehnice cele mai precise şi cele mai puternice.

Punerea în mutuala lor dependenţă a celor două fronturi de angajare a cercetării este ea singură suficientă pentru a arunca o lumină apreciabilă asupra problemei limbajului. De o parte, această problemă coincide cu aceea a luării la cunoştinţă asupra raporturilor ce se stabilesc între activitatea de enunţare şi activitatea de investigaţie. Cum ar putea fi regăsită această conştientizare? Nimic nu ne autorizează să gîndim că s-ar realiza doar pe cale discursivă, independent de practica şi de progresul cercetării. Din contra, prin succesele şi insuccesele ei, cercetarea ne-a instruit asupra metodei care-i convine pentru a fi distinsă şi pentru a-i găsi garanţia sa.

Deci, cu această garanţie, vom enunţa acum cîteva constatări în acelaşi timp foarte elementare şi (credem) foarte fundamentale.

Formulînd aceste constatări, ne vom regăsi, dealtfel, în aceeaşi situaţie a dublei angajări despre care este vorba: pentru a putea fi integrate în expunerea noastră, pentru a interveni în discursul nostru, aceste constatări trebuie să-şi ia din nou forma lor discursivă, adică să fie enunţate. Dar această enunţare nu trebuie să fie nici arbitrară, nici autonomă. Enunţurile nu-şi vor obţine toată semnificaţia lor decît prin faptul de a fi ordonate investigării foarte particulare ce reprezintă, pentru un spirit metodologic orientat, exerciţiul însuşi al cercetării. Repetăm constatarea pe care am făcut-o deja, pe care am formulat-o deja, aceea a existenţei unei interdependenţe între un front al enunţării şi un front al investigării, ale cercetării,

Scanned with OKEN Scanner

iar celelalte constatări care vor fi încă făcute nu au nici o evidenţă prin ele însele. Justeţea lor nu e înscrisă dinainte în cuvintele şi frazele care le conferă forma, existenţa lor discursivă. Justeţea lor (o justeţe foarte relativă, dealtfel, cum vom vedea) ne apare din raportul nostru cu cercetarea, din conştiinţa pe care o avem despre ceea ce ea a fost, despre ceea ce a devenit, despre ce este astăzi.

Să trecem acum la a doua constatare a noastră. Orice cercetător, am spus-o deja, este în situaţie de cunoaştere. Vrem să spunem prin aceasta că cercetătorul, în momentul în care se angajează într-o cercetare, este întotdeauna în posesiunea unui anumit ansamblu de cunoştinţe, dar că el nu ştie niciodată cu o certitudine completă pînă la ce punct acest ansamblu de cunoştinţe este încheiat şi asigurat. Cum se poate modifica situaţia prin rezultatele cercetării? Chiar dacă acestea descoperă fapte noi şi deschid perspective neaşteptate, *pentru ceea ce vrem să spunem*, situaţia rămîne, în principiu, aceeaşi: indecizia persistă cu privire la starea de desăvîrşire sau de nedesăvîrşire a ansamblului de cunoştinţe dobîndite. Acest fapt vrem să-l exprimăm spunînd că cercetarea *progresează* din situaţie de cunoaştere în situaţie de cunoaştere. Oricare ar fi starea de înaintare a cercetării, situaţia la care ea se opreşte este deci caracterizată printr-o dublă stare de nedesăvîrşire. Mai întîi pe frontul investigaţiei: nici simplul exerciţiu senzorial, nici experimentul cel mai puternic utilat nu dezvăluie complet o realitate întreagă sau o realitate ultimă. Niciodată cercetătorul nu străbate (niciodată n-a străbătut încă) pînă la ceea ce s-ar putea numi esenţele lucrurilor. Cucerirea sa rămîne incompletă, aproximativă, sumară. Este o stare de nedesăvîrşire practică, deci nu e nevoie să examinăm dacă ea ţine sau nu de „legile naturale de incertitudine" ale fizicii cuantice.

Pe de altă parte, pentru a fi cucerită spiritual, cucerirea experimentală trebuie să-şi găsească forma sa discursivă pe frontul enunţării. Cercetătorul va pune deci în cuvintele şi expresiile pe care le va alege şi va formula în maniera cea mai convenabilă (idoine) posibilă, semnificaţiile care nu vor putea să fie ele însele decît sumare şi incomplete. Pentru ca cuvîntul să poarte generalitatea dealtfel relativă pe care o îmbracă în discurs şi fără de

care discursul nu ar fi valid edificat, trebuie să existe în acelaşi timp mijlocul de expresie inevitabil tipic, de o inevitabilă schematizare.

Cazul matematicii nu trebuie să ne producă o iluzie: chiar dacă realitatea mintală (ideea, noţiunea, imaginea, reprezentarea etc.) asupra căreia prehensiunea discursivă şi cea experimentală se unesc este clară şi distinctă, netă şi precisă în spiritul cercetătorului, dublul caracter de neîncheiere al situaţiei de cunoaştere în care acestea din urmă se află nu subzistă aici mai puţin: nu e suficient să se deseneze o schemă cu o minuţioasă şi, poate, inutilă precizie pentru a o face mai direct conformă cu ceea ce este schematizat.

Oricare ar fi precauţiile cu care sensurile cuvintelor au putut să fie fixate şi regulile discursului enunţiativ precizate, dublul caracter de neîncheiere al cunoaşterii enunţate tot mai persistă: semnificaţia cuvintelor şi a combinaţiilor lor are obligatoriu caracterul unei eboşe, asupra căreia ne rezervăm dreptul să o retuşăm, s-o corijăm şi chiar s-o aruncăm dacă va fi nevoie.

Spunem că cunoaşterea progresează trecînd de la o situaţie de cunoaştere la o situaţie de cunoaştere. Este clar că posibilitatea unui asemenea demers ţine ea însăşi de o dublă deschidere:

a) Pe frontul investigării, experimentarea trebuie, în principiu, să fie deschisă propriilor ei renovări. Nu este suficient, pentru a depăşi anumite începuturi, să se modifice dispozitivele experimentale; trebuie să-şi integreze mijloacele de o tehnicitate în constantă evoluţie.

b) Pe frontul enunţării, discursul trebuie să fie la fel de deschis la eventuala sa înnoire, fie că vor fi revizuite semnificaţiile cuvintelor, fie că dialectica discursului va trebui condusă de către noi idei dominante.

Se vede astfel că progresul cunoaşterii, pe care în istoria sa cercetarea ştiinţifică îl realizează manifest, este legat ca o condiţie *sine qua non* de dubla deschidere la experienţă de care am vorbit. Şi că aceasta din urmă presupune indispensabil dubla neîncheiere a materialului experimental, pe de o parte şi a materialului discursiv, pe de alta.

Scanned with OKEN Scanner

Aceste consideraţii prezumă că orice încercare de a funda o teorie a cunoaşterii (şi în special o teorie a cunoaşterii ştiinţifice) pe baza unui discurs închis în sine, adică un discurs pentru care facultatea de a se deschide la experienţă nu este integrată ca o exigenţă mereu renăscîndă, nu va putea decît să-şi piardă mai mult sau mai puţin obiectivul său.

Constatările precedente cheamă, de asemenea, următoarea constatare: am observat că activitatea de enunţare, reluînd materialul experimental cu specificitatea care-i este proprie, conferă o anumită generalitate materialului discursiv cu care ea operează. Discursivul îmbracă, de aceea, o anumită calitate de existenţă autonomă pe care am putea-o presupune ca aparţinînd unui anumit *orizont de realitate*. Orizontul geometric este un exemplu frapant. El este ireductibil la orizontul de realitate al lucrurilor asupra cărora operează geometria experimentală. Aceste două orizonturi trebuie distinse şi opuse unul altuia aşa cum trebuie să fie frontul enunţării şi frontul investigaţiei.

Or (şi aceasta e constatarea asupra căreia ni se pare util a insista), activitatea discursivă are facultatea de a organiza un discurs în care materialul discursiv intră şi figurează cu modalităţile existenţei sale discursive. Un discurs are o anumită analogie cu un organism: el este parcă animat de o intenţie de coerenţă. El tinde astfel să impună anumite norme de utilizare elementelor discursive care participă la el. Devine atunci foarte dificil a se indica ce devine sensul unui cuvînt, al unei expresii, sau chiar al unui pasaj aparţinînd unui discurs determinat. Funcţia „a avea o semnificaţie" se găseşte într-un anume fel transferată întregului discurs. Chiar dacă vizează să constituie enunţuri idoane aceloraşi fapte experimentale, aceleaşi elemente discursive pot să nu mai fie încărcate de aceeaşi putere de semnificaţie dacă ele participă la discursuri diferite. Pentru elementele discursive, luate separat, nu trebuie să vorbim de un sens incomplet, ci de un sens mai mult sau mai puţin indeterminat.

S-ar putea cita aici ca exemplu discursul mecanicii clasice şi acela al mecanicii relativiste.

Scanned with OKEN Scanner

(Exigenţa de coerenţă a unui discurs poate fi cu totul alt lucru decît o exigenţă de noncontradicţie. Astfel, coerenţa unui *discurs euristic* este adesea asigurată prin intenţia de a face să evolueze, în cadrul aceluiaşi text, interpretarea, angajamentul „exterior" al semnificaţiei anumitor cuvinte sau anumitor expresii.)

Dezvoltîndu-se în climatul coerenţei care-i este propriu, un discurs va depăşi mereu „simpla funcţie a enunţării". El este un organism discursiv, pentru care acordul pe care-l caută cu o activitate investigatoare nu furnizează decît o mulţime anumită de puncte de reper.

În aceste condiţii, nu ne vom mira că trecerea de la o situaţie de cunoaştere la o altă situaţie de cunoaştere s-ar putea asocia cu abandonul anumitor discursuri enunţiatoare în locul altor discursuri orientate de noile exigenţe de coerenţă.

Aceste cîteva consideraţii trebuie să ne dea de gîndit că problema limbajului nu va trebui redusă la problema semnificaţiilor. Nu este suficientă abordarea lui prin examenul analitic al elementelor discursive şi al combinărilor lor. Pare mai eficace studierea funcţiilor discursivităţii aşa cum ele se manifestă, se disting, se dezvoltă şi se specifică în varietatea discursurilor animate de intenţiile cele mai evoluate şi cele mai exigente.

Dacă am fi tentaţi să ne servim de constatările precedente în edificarea unui discurs metodologic, a unei metodologii a cercetării, am fi conduşi la enunţarea a patru principii directoare ale unei *metodologii deschise*, cărora le-ar putea conveni numele de principiile dualităţii, revizibilităţii, tehnicităţii şi întegralităţii.

Remarcăm cu privire la aceasta că termenul de principiu nu va îmbrăca în acest context semnificaţia pe care el o ia în mediul discursiv unei anume filosofii tradiţionale sau în acela al ştiinţei clasice. O bună parte a semnificaţiei sale îi vine din participarea sa la discursul asupra metodologiei deschise, conform ultimului dintre cele patru principii precedente, principiului integralităţii.

4. Reflecţiile precedente ar putea să fie extinse la discursul filosofic şi în special la discursul filosofic care pare animat de intenţia unei pure discursivităţi? Vom

arăta altă dată cum pot ele să conducă la ideile directoare ale unei filosofii deschise, căreia exigenţa de deschidere la experienţă, la toate formele experienţei, i-ar putea asigura funcţia de conştiinţă a cercetării.

NOTĂ

[1] A se vedea în special articolul *Vues generales*, în *Croniques de Philosophie des sciences*, publicat cu ocazia Congresului internaţional de filosofie de la Veneţia din 1958.

Scanned with OKEN Scanner

EPISTEMOLOGIA FĂRĂ SUBIECT CUNOSCĂTOR*

K. POPPER

Permiteţi-mi să încep cu o mărturisire. Deşi sînt un filosof foarte mulţumit, nu am, după o viaţă de prelegeri, nici o iluzie asupra a ceea ce pot să transmit într-o expunere. Din această cauză nu voi încerca în această prelegere să vă conving. Dimpotrivă, voi încerca să vă provoc şi, dacă este posibil, să vă irit.

1. TREI TEZE ASUPRA EPISTEMOLOGIEI ŞI LUMEA A TREIA

Aş provoca în primul rînd pe aceia care au auzit de atitudinea mea împotriva lui Platon şi Hegel, intitulîndu-mi expunerea mea *O teorie a lumii platoniste* sau *O teorie a spiritului obiectiv*.

Principala temă a acestei expuneri va fi ceea ce adesea am numit, în lipsa unui nume mai bun, *„lumea a treia"*. Pentru a explica această expresie, voi arăta că, fără a lua cuvintele „lume" sau „univers" prea serios, am putea distinge următoarele trei lumi sau universuri: prima, lumea obiectelor fizice; a doua, lumea stărilor de conştiinţă, sau a stărilor mentale, sau, poate, a dispoziţiilor comportamentale pentru acţiune; şi a treia, lumea *conţinuturilor obiective de gîndire*, în special a gîndurilor ştiinţifice şi poetice şi a operelor de artă.

Astfel, ceea ce eu numesc „lumea a treia" are, indiscutabil, mult în comun cu teoria lui Platon a formelor sau

---

* Din *LOGIC, METHODOLOGY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE III*, Proceedings of the Third International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science, Amsterdam, 1967, North-Holland, Amsterdam, 1968.

ideilor, şi ca urmare, de asemenea, cu spiritul obiectiv al lui Hegel, deşi teoriile mele diferă radical, în anumite raporturi decisive, de acelea ale lui Platon şi Hegel. Ea are mult în comun şi cu teoria lui Bolzano a unui univers al propoziţiilor în sine şi al adevărurilor în sine, deşi diferă de asemenea şi de teoria lui Bolzano. Lumea a treia a mea se aseamănă cel mai aproape cu universul conţinuturilor obiective de gîndire al lui Frege.

Nu aparţine concepţiei mele sau a argumentării mele ideea că noi nu am putea enumera lumile noastre în maniere diferite sau să nu le enumerăm de loc. Am putea, în special, să distingem mai mult decît trei lumi. Termenul meu „lumea a treia" este mai mult o convenţie.

Susţinînd o a treia lume obiectivă, sper să-i provoc pe aceia pe care i-am numit „filosofi ai opiniei": pe aceia care, asemenea lui Descartes, Locke, Berkeley, Hume, Kant sau Russell, sînt interesaţi în opiniile noastre subiective, în baza sau originea lor. Împotriva acestor filosofi susţin că problema noastră este să găsim teorii mai bune şi mai îndrăzneţe; şi că *preferinţa critică* contează, *nu opinia*.

Aş vrea să mărturisesc, totuşi, chiar de la început, că eu sînt un realist: sugerez, oarecum ca un realist naiv, că există o lume fizică şi o lume a stărilor conştiinţei şi că acestea două interacţionează. Şi cred că există o a treia lume, într-un sens pe care-l voi explica mai detaliat.

Printre locuitorii „lumii a treia" considerată de mine se află, în special, *sistemele teoretice;* dar locuitori la fel de importanţi sînt *problemele* şi *situaţiile problemelor*, şi voi argumenta că cei mai importanţi locuitori ai acestei lumi sînt *argumentele critice*, şi ceea ce s-ar putea numi — în analogie cu starea fizică sau cu starea conştiinţei — *starea unei discuţii* sau *starea unui argument critic*, şi, desigur, conţinutul revistelor, al cărţilor şi al bibliotecilor.

Mulţi oponenţi ai tezei unei a treia lumi obiective vor admite, desigur, că există probleme, conjecturi, teorii, argumente, reviste şi cărţi. Dar ei în mod obişnuit spun că toate aceste entităţi sînt, esenţial, *expresii* simbolice sau lingvistice ale stărilor mentale subiective, sau poate ale dispoziţiilor comportamentale spre acţiune; mai departe, că aceste entităţi sînt mijloace de comunicare, adică mijloace simbolice sau lingvistice pentru a evoca în alţii stări

mentale similare sau dispoziţii comportamentale asemănătoare.

Împotriva acesteia, am argumentat adesea că nu se pot exila toate aceste entităţi şi conţinutul lor în lumea a doua.

Permiteţi-mi să repet unul dintre argumentele mele standard* pentru *existenţa* (mai mult sau mai puţin) independentă *a lumii a treia.*

Consider două experimente ideale:

Experimentul (1). Toate maşinile şi uneltele noastre sînt distruse, la fel toată învăţătura noastră subiectivă, incluzînd cunoaşterea noastră subiectivă a maşinilor şi uneltelor şi a utilizării lor. Dar *bibliotecile şi capacitatea noastră de a citi din ele* supravieţuiesc. În mod clar, după multă suferinţă, lumea noastră ar putea porni din nou.

Experimentul (2). Ca mai sus, maşinile şi uneltele sînt distruse şi învăţătura noastră subiectivă, incluzînd cunoaşterea noastră subiectivă a maşinilor şi uneltelor şi a utilizării lor. Dar de această dată *toate bibliotecile sînt de asemenea distruse,* astfel încît capacitatea noastră de a citi din cărţi devine inutilă.

Dacă gîndiţi asupra acestor două experimente, realitatea, semnificaţia şi gradul de autonomie ale lumii a treia (ca şi efectele ei asupra lumii a doua şi asupra primei lumi) vor putea deveni mai clare. Deoarece, în cazul al doilea, nu ar exista o re-emergenţă a civilizaţiei noastre pentru multe milenii.

Vreau să apăr, în această expunere, trei teze principale, toate privind epistemologia. Epistemologia o consider teoria *cunoaşterii ştiinţifice.*

Prima mea teză este următoarea: epistemologia tradiţională a studiat cunoaşterea sau gîndirea într-un sens subiectiv— în sensul utilizării obişnuite a cuvintelor „cunosc" sau „gîndesc". Aceasta, afirm, a condus pe cercetătorii epistemologi la irelevanţe: deşi intenţionau să cunoască cunoaşterea ştiinţifică, ei studiau de fapt ceva care nu are vreo relevanţă pentru cunoaşterea ştiinţifică. Deoarece *cunoaşterea ştiinţifică* nu este cunoaştere în sensul folosirii comune a cuvîntului „cunosc". Pe cînd cunoaş-

* Argumentul este adaptat după Popper [1962], vol. II, p. 108.

terea în sensul lui „cunosc" aparţine la ceea ce eu numesc „lumea a doua", lumea *subiecţilor*, cunoaşterea ştiinţifică aparţine lumii a treia, lumii teoriilor obiective, a problemelor obiective şi a argumentelor obiective.

Astfel prima mea teză este aceea că epistemologia tradiţională, a lui Locke, Berkeley, Hume şi chiar a lui Russell, este irelevantă, într-un sens destul de strict al cuvîntului. Un corolar al acestei teze este acela că o mare parte a epistemologiei contemporane este de asemenea irelevantă. Aici se include logica epistemică modernă, *dacă* admitem că ea tinde spre o teorie a *cunoaşterii ştiinţifice*. Totuşi, orice logician epistemic se poate uşor face complet imun la critica mea, clarificînd faptul că el nu intenţionează să contribuie la *teoria cunoaşterii ştiinţifice*.

Prima mea teză conţine ideea existenţei a două sensuri diferite ale cunoaşterii sau ale gîndirii: (1) *cunoaştere sau gîndire în sens subiectiv*, constînd dintr-o stare a minţii sau a conştiinţei sau o dispoziţie spre comportare sau reacţii, şi (2) *cunoaştere sau gîndire în sens obiectiv*, constînd din probleme, teorii şi argumente ca atare. Cunoaşterea în acest sens obiectiv este total independentă de pretenţia cuiva de cunoaştere; de asemenea, ea este independentă de opinia cuiva sau dispoziţia de a fi de acord; ori de a aserta, ori de a acţiona. Cunoaşterea în sens obiectiv este *cunoaştere fără cunoscător;* este *cunoaştere fără un subiect cunoscător*.

Despre gîndul în sens obiectiv Frege scria: „Înţeleg printr-un gînd nu actul subiectiv al gîndirii ci *conţinutul* lui obiectiv..."*.

Cele două sensuri ale gîndului şi interrelaţiile lor interesante pot fi ilustrate prin următorul citat foarte convingător din Heyting [1962], p. 195, care spune despre actul lui Brouwer al inventării teoriei sale a continuului: „Dacă funcţiile recursive ar fi fost inventate înainte, el [Brouwer] poate nu ar fi format noţiunea de şir de alegeri ceea ce, cred, ar fi fost un 'neajuns".

Acest citat se referă, pe de o parte, la anumite *procese de gîndire subiective* ale lui Brouwer şi spune că ele nu s-ar

* Vezi Frege [1892], p. 32, subl. ns.

fi produs (ceea ce ar fi fost un neajuns) dacă *situaţia problematică obiectivă* ar fi fost diferită. Astfel, Heyting menţionează anumite influenţe posibile asupra proceselor subiective de gîndire ale lui Brouwer şi îşi exprimă de asemenea opinia sa cu privire la valoarea acestor procese subiective de gîndire. Este interesant că influenţele, *qua* influenţe, trebuie să fie subiective: numai cunoaşterea subiectivă a lui Brouwer a funcţiilor recursive ar fi putut avea efectul nefericit al împiedicării lui de a inventa şirurile libere de alegeri.

Pe de altă parte, citatul din Heyting indică o anumită relaţie obiectivă între *conţinuturile obiective* ale celor două gînduri sau teorii: Heyting nu se referă la condiţiile subiective sau la electrochimia proceselor cerebrale ale lui Brouwer, ci la o *situaţie obiectivă a problemelor din matematică* şi la influenţele ei posibile asupra actelor de gîndire subiective ale lui Brouwer, care erau îndreptate spre rezolvarea acestor probleme obiective. Aş vrea să descriu această situaţie spunînd că remarca lui Heyting este asupra *logicii situaţiei* obiective a invenţiei lui Brouwer sau asupra lumii a treia şi că remarca lui Heyting implică faptul că situaţia lumii a treia poate afecta lumea a doua. Asemănător, sugestia lui Heyting că ar fi fost o nenorocire dacă Brouwer nu ar fi inventat şirurile de alegeri este o manieră de a spune că *conţinutul obiectiv* al gîndurilor lui Brouwer a fost valoros şi interesant; valoros şi interesant tocmai în maniera în care a schimbat situaţia obiectivă a problemelor în lumea a treia.

Pentru a spune lucrurile mai simplu, dacă spun „Gîndurile lui Brouwer au fost influenţate de Kant" sau chiar „Brouwer a respins teoria spaţiului a lui Kant", atunci vorbesc cel puţin parţial asupra actelor de gîndire în sens subiectiv: cuvîntul „influenţă" indică un context al proceselor gîndului sau al actelor de gîndire. Dacă eu spun, totuşi, „Gîndurile lui Brouwer diferă foarte mult de acelea ale lui Kant", atunci este cît se poate de clar că eu vorbesc, în principal, despre conţinuturi. Şi, în fine, dacă spun „Gîndurile lui Brouwer sînt incompatibile cu acelea ale lui Russell", atunci, folosind un *termen logic* ca *„incompatibil"*, devine fără ambiguitate clar că utilizez cuvîntul „gînd" numai în sensul obiectiv al lui Frege şi că vorbesc

Scanned with OKEN Scanner

numai despre conținutul obiectiv, despre conținutul logic, al teoriilor.

După cum limbajul natural nu are, din nefericire, termeni separați pentru „gînd" în sensul lumii a doua și în sensul lumii a treia, la fel el nu are termeni separați pentru cele două sensuri corespunzătoare ale lui „cunosc" și „cunoaștere".

Pentru a arăta că ambele sensuri există, voi menționa la început trei exemple subiective aparținînd lumii a doua:

(1) „*Cunosc* că încerci să mă provoci, dar eu nu voi fi provocat".

(2) „*Cunosc* că ultima teoremă a lui Fermat nu a fost demonstrată, dar cred că ea va fi demonstrată într-o zi".

(3) Din articolul *Cunoaștere* din *The Oxford English Dictionary*: *cunoașterea* este „starea de a avea cunoștință sau de a fi informat".

Apoi voi menționa trei exemple obiective sau referitoare la lumea a treia:

(1) Din articolul *Cunoaștere* din *The Oxford English Dictionary*: *cunoașterea* este „o ramură a învățăturii, o știință, o artă".

(2) „Ținînd seama de starea actuală a *cunoașterii metamatematice*, pare posibil ca ultima teoremă a lui Fermat să fie indecidabilă".

(3) „Certific că această teză este o originală și semnificativă *contribuție la cunoaștere*".

Aceste exemple foarte banale au doar funcția de a ajuta la clarificarea a ceea ce eu înțeleg atunci cînd vorbesc despre „cunoaștere în sens obiectiv". Citatul meu din *The Oxford English Dictionary* nu trebuie interpretat ca o concesie analizei lingvistice sau ca o încercare de a liniști pe aderenții ei. Nu este citat pentru a demonstra că „folosirea comună" acoperă „cunoașterea" în sensul obiectiv al lumii a treia a mea. De fapt, am fost surprins să aflu în *The Oxford English Dictionary* exemple de folosiri obiective ale „cunoașterii". (Am fost chiar mai surprins să găsesc folosiri cel puțin *parțial* obiective ale lui „cunosc": „a distinge, a fi informat asupra unui lucru, loc, persoană; ... a înțelege". Că aceste întrebuințări pot fi parțial obiec-

Scanned with OKEN Scanner

tive va apare din cele ce urmează.*) În orice caz, exemplele mele nu au intenţia unor argumente. Ele au intenţia numai a unor ilustrări.

Prima mea *teză*, pînă acum neargumentată, ci doar ilustrată, a fost aceea că epistemologia tradiţională concentrată asupra lumii a doua sau asupra cunoaşterii în sens subiectiv, este irelevantă pentru studiul cunoaşterii ştiinţifice.

A doua teză a mea este că ceea ce este relevant pentru epistemologie este studiul problemelor ştiinţifice şi al situaţiilor problemelor, al conjecturilor ştiinţifice (pe care le iau ca alt cuvînt pentru ipotezele sau teoriile ştiinţifice), al discuţiilor ştiinţifice, al argumentelor critice şi al rolului jucat de evidenţă în cadrul argumentelor şi, ca, urmare, al revistelor şi cărţilor ştiinţifice, al experimentelor şi al evaluării lor în argumentele ştiinţifice ; sau, pe scurt, ideea că studiul lumii a treia a cunoaşterii obiective, în mare măsură autonomă, este de o importanţă decisivă pentru epistemologie.

Un studiu epistemologic aşa cum e descris în a doua teză a mea arată că foarte adesea oamenii de ştiinţă nu revendică adevărul conjecturilor lor sau că ei îl „cunosc" în sensul subiectiv al lui „cunosc" sau că ei cred în ele. Deşi ei nu revendică în general că cunosc, ei acţionează în cadrul programelor lor de cercetări pe baza ghicirii a ceea ce este şi a ceea ce nu este fructuos, a liniei de cercetare care promite rezultate noi în lumea a treia a cunoaşterii obiective. Cu alte cuvinte, oamenii de ştiinţă acţionează pe baza ghicirii sau, dacă doriţi, a unei *credinţe subiective* (întrucît putem numi astfel baza subiectivă a unei acţiuni) asupra a ceea ce promite să ducă la *creşterea în lumea a treia a cunoaşterii obiective*.

Aceasta, sugerez, furnizează un argument în favoarea atît a *primei teze* (a irelevanţei epistemologiei subiectiviste), cît şi a celei de-a *doua teze* (despre relevanţa unei epistemologii obiectiviste), formulate de mine.

Dar eu am şi o a *treia teză*. Ea este aceasta. O epistemologie obiectivistă care studiază lumea a treia ne poate ajuta să înţelegem mult mai profund lumea a doua a

---

* Vezi secţiunea 7.1 de mai jos.

Scanned with OKEN Scanner

cunoaşterii subiective, în special procesele de gîndire subiective ale oamenilor de ştiinţă, *dar conversa nu este adevărată.*

Acestea sînt cele trei teze principale ale mele. În plus faţă de aceste trei teze principale, ofer trei teze-suport.

Prima dintre ele este că lumea a treia este un produs natural al acelei fiinţe animale care este omul, produs comparabil cu pînza de păianjen.

A doua teză-suport (cred că este aproape crucială) este că lumea a treia este în mare măsură *autonomă*, deşi în mod constant noi acţionăm asupra ei şi sîntem influenţaţi de ea: ea este autonomă în ciuda faptului că este produsul nostru şi că are un puternic efect *feed-back* asupra noastră, adică asupra noastră *qua* locuitori ai lumii a doua şi chiar ai primei lumi.

A treia teză-suport este că prin această interacţiune dintre noi şi lumea a treia creşte cunoaşterea obiectivă şi că există o strînsă analogie între creşterea cunoaşterii şi creşterea biologică, adică evoluţia plantelor şi animalelor.

2. O ABORDARE BIOLOGICĂ A LUMII A TREIA

În această secţiune a expunerii voi încerca să apăr existenţa unei lumi autonome printr-un gen de argument biologic sau evoluţionist.

Un biolog poate fi interesat de comportarea animalelor, dar el poate fi de asemenea interesat de anumite *structuri ne-vii* pe care le produc animalele, cum ar fi pînza de păianjen, sau cuiburile construite de viespi sau furnici, vizuinile bursucilor, digurile construite de castori sau potecile făcute de animale în păduri.

Voi distinge două categorii principale de probleme care apar în studiul acestor structuri. Prima categorie constă din probleme care privesc *metodele folosite* de animale, sau *maniera în care animalele se comportă* cînd construiesc asemenea structuri. Prima categorie constă astfel din *probleme care privesc actele producerii* şi relaţiile dintre animal şi produs. A doua categorie de probleme se referă la *structurile înseşi*. Ea priveşte chimia materialelor folosite în structură, cu proprietăţile ei geometrice şi fizice, cu

dependenţa ei de adaptarea la condiţiile de mediu speciale. *Foarte* importantă este, de asemenea, *relaţia inversă* de la proprietăţile structurii la comportamentul animalelor. Avînd de-a face cu această a doua categorie de probleme —adică cu structurile—, trebuie să le privim şi din punctul de vedere al *funcţiilor* lor biologice. Astfel, anumite probleme ale primei categorii vor apărea indiscutabil atunci cînd discutăm probleme ale celei de-a doua categorii, de exemplu: „cum a fost construit acest cuib?" „ce aspecte ale structurii lui sînt tipice (şi astfel, probabil tradiţionale sau moştenite) şi ce aspecte sînt variante adaptate la condiţiile speciale?"

După cum arată ultimul exemplu, problemele primei categorii — adică cele referitoare la producerea structurii— vor fi uneori sugerate de probleme din categoria a doua. Şi trebuie să fie astfel, deoarece ambele categorii de probleme sînt dependente de faptul că *există asemenea structuri obiective*, un fapt care el însuşi aparţine celei de-a doua categorii. Astfel, existenţa *structurilor* se poate spune că creează ambele categorii de probleme. Putem spune că a doua categorie de probleme — probleme legate cu structurile însele — este mai fundamentală: tot ceea ce ea presupune de la prima categorie este faptul brut că structurile sînt într-un fel *produse* de animale.

Aceste simple consideraţii pot, desigur, să fie aplicate la produsele activităţii *umane*, cum ar fi casele sau uneltele şi, de asemenea, operele de artă. De o importanţă specială pentru noi este faptul că ele se aplică la ceea ce numim „limbaj" şi la ceea ce numim „ştiinţă"*.

Conexiunea între aceste consideraţii biologice şi tema prelegerii mele actuale poate fi clarificată reformulînd cele trei teze principale. Prima mea teză poate fi exprimată spunînd că în situaţia actuală a problemelor din filozofie, puţine lucruri au atîta importanţă ca realizarea distincţiei între cele două categorii de probleme — probleme ale producerii, pe de o parte, şi probleme legate de structurile produse în sine, pe de altă parte. A doua teză a mea este că trebuie să realizăm că a doua categorie de probleme, acelea privind produsele în sine, este în aproape orice pri-

* Despre aceste „artifacts", vezi HAYEK [1967], p. 111.

vinţă mai importantă decît prima categorie, problemele producerii. A treia teză a mea este că problemele celei de-a doua categorii sînt fundamentale pentru înţelegerea problemelor producerii: contrar primelor impresii, putem învăţa mai mult asupra comportării producerii prin studierea produselor în sine decît putem învăţa asupra produselor prin studierea comportării producerii. A treia teză poate fi descrisă ca o teză antibehavioristă şi antipsihologistă.

În aplicarea lor la ceea ce se poate numi „cunoaştere", cele trei teze ale mele pot fi formulate astfel:

(1) Trebuie să fim conştienţi în mod constant de distincţia dintre problemele legate de contribuţiile noastre personale la producerea cunoaşterii ştiinţifice, pe de o parte, şi problemele legate de structura diferitelor produse, cum sînt teoriile ştiinţifice sau argumentele ştiinţifice, pe de altă parte.

(2) Trebuie să realizăm că studiul produselor este cu mult mai important decît studiul producerii, chiar pentru înţelegerea producerii şi a metodelor ei.

(3) Putem învăţa mai mult asupra euristicii şi a metodologiei şi chiar asupra psihologiei cercetării prin studierea teoriilor şi a argumentelor oferite pentru sau împotriva lor, decît prin orice abordare directă comportamentală, psihologică sau sociologică. În general, putem învăţa multe asupra comportamentului şi psihologiei din studiul produselor.

În cele ce urmează, aş numi abordarea vizînd direct produsele — teoriile şi argumentele — abordarea „obiectivă" sau abordarea „lumii a treia". Şi voi numi abordarea comportamentală, psihologică şi sociologică a cunoaşterii ştiinţifice abordarea „subiectivă" sau abordarea „lumii a doua".

Apelul la abordarea subiectivă este în mare parte datorat faptului că ea este *cauzală*. Deoarece eu admit că structurile obiective pentru care revendic prioritate sînt cauzate de comportamentul uman. Fiind cauzală, abordarea subiectivă poate să pară a fi mai ştiinţifică decît abordarea obiectivă care ar pleca de la efecte mai degrabă decît de la cauze.

Deşi admit că structurile obiective sînt produse ale comportamentului, susţin că argumentul este greşit. În

Scanned with OKEN Scanner

toate ştiinţele, abordarea obişnuită este de la efecte la cauze. Efectul generează problema — problema de explicat, explicandumul — şi omul de ştiinţă caută să o rezolve construind o ipoteză explicativă.

Cele trei teze principale ale mele, cu accentul pe care ele îl pun asupra produsului obiectiv, nu sînt, de aceea, nici teleologice, nici neştiinţifice.

3. OBIECTIVITATEA ŞI AUTONOMIA LUMII A TREIA

Una dintre cauzele principale ale abordării subiective eronate a cunoaşterii este sentimentul că o carte nu este nimic fără un cititor: numai după ce este înţeleasă, ea devine realmente o carte; altfel, ea este numai o cantitate de hîrtie cu semne negre înscrise pe ea.

Această părere este greşită în multe feluri. Un cuib de viespi este un cuib de viespi chiar după ce el a fost părăsit; chiar dacă nu va fi niciodată folosit de o viespe ca un cuib. Un cuib de pasăre este un cuib de pasăre chiar dacă el nu a fost niciodată ocupat. Asemănător, o carte rămîne o carte — un anumit tip de produs — chiar dacă ea nu este niciodată citită (cum se poate uşor întîmpla astăzi).

Dealtfel, o carte, sau chiar o bibliotecă, nu e nevoie chiar să fi fost scrisă de cineva: o serie de cărţi de logaritmi, de exemplu, poate fi produsă şi tipărită de un calculator. Ea poate fi cea mai bună şi completă serie de cărţi de logaritmi — ea poate conţine logaritmi mergînd pînă la, să zicem, 50 de zecimale. Ea poate fi trimisă bibliotecilor, dar ea poate fi găsită prea dificilă pentru utilizare; în orice caz, se pot scurge ani înainte ca cineva să o folosească; şi multe figuri din ea (care reprezintă teoreme matematice) ar putea să nu fie privite niciodată atîta vreme cît oamenii trăiesc pe pămînt. Totuşi, oricare dintre aceste figuri conţine ceea ce eu numesc „cunoaştere obiectivă", şi problema dacă sau nu am dreptul s-o numesc astfel nu prezintă interes.

Exemplul acestor cărţi de logaritmi poate părea artificial. Dar nu este. Voi spune că aproape orice carte este la fel: ea conţine cunoaştere obiectivă, adevărată sau falsă, folositoare sau inutilă, şi dacă cineva vreodată o

Scanned with OKEN Scanner

citește și pătrunde realmente conținutul ei este aproape accidental. Un om care citește o carte, înțelegînd-o, este o ființă rară. Dar chiar dacă asemenea ființe ar fi mai frecvente, ar exista întotdeauna neînțelegeri și interpretări greșite; și nu evitarea reală sau oarecum accidentală a acestor neînțelegeri este aceea care face din figurile negre de pe hîrtia albă o carte sau o instanță a cunoașterii în sensul obiectiv. Mai de grabă, avem de-a face cu ceva mai abstract. Este posibilitatea sau potențialitatea de a fi înțeleasă — caracterul dispozițional de a fi înțeleasă sau interpretată sau neînțeleasă sau greșit interpretată, aceea care face dintr-un lucru o carte. Și această potențialitate sau dispoziție poate exista fără a fi actualizată sau realizată.

Pentru a vedea aceasta mai clar, ne putem imagina că, după ce rasa umană a pierit, anumite cărți sau biblioteci ar putea fi găsite de anumiți succesori civilizați ai noștri, sau de vizitatori din alte spații. Aceste cărți pot fi descifrate. Ele pot fi acele table de logaritmi despre care am admis, de dragul argumentării, că n-au fost niciodată citite înainte. Aceasta clarifică faptul că nici compunerea lor de către animalele gînditoare, nici faptul că nu au fost realmente citite sau înțelese nu sînt esențiale pentru a face dintr-un lucru o carte și că este suficient ca ea să poată fi descifrată.

Astfel, eu admit că, pentru a aparține lumii a treia a cunoașterii obiective, o carte trebuie — în principiu sau virtual — să fie capabilă de a fi pătrunsă (sau descifrată, sau înțeleasă, sau „cunoscută") de cineva. Dar eu nu admit mai mult.

Putem astfel spune că există un gen de lume a treia platonistă (sau bolzaniană) a cărților în sine, a teoriilor în sine, a problemelor în sine, a situațiilor problemelor în sine, a argumentelor în sine ș.a.m.d., și eu asertez că, chiar dacă această lume este un produs uman, există multe teorii, probleme, situații ale problemelor în sine care nu au fost niciodată produse sau înțelese și nu vor fi niciodată produse sau înțelese de oameni.

Teza existenței unei asemenea a treia lumi a situațiilor problemelor va șoca pe mulți ca fiind extrem de metafizică și dubioasă. Dar ea poate fi apărată arătînd analogul

ei biologic. De exemplu, ea își are analogul complet în domeniul cuiburilor păsărilor. Cîțiva ani în urmă am făcut un cadou grădinii mele o cutie de cuiburi pentru păsări. A fost un produs uman, desigur, nu un produs al păsărilor, întocmai cum tablele noastre de logaritmi au fost produsul unui calculator mai degrabă decît al omului. Dar în contextul lumii păsărilor, ea a fost o parte a unei situații obiective a problemelor și o împrejurare obiectivă. Cîțiva ani păsările nici nu păreau că au remarcat prezența cutiei. Dar, după un timp, ea a fost atent inspectată de cîțiva pițigoi albaștri care au început chiar să construiască în ea, dar au renunțat foarte repede. Evident, a fost o împrejurare de înțelegere, deși nu una valoroasă. În orice caz, a fost o situație problematică. Și o problemă poate fi rezolvată în alt an de alte păsări. Dacă nu, o altă cutie se poate dovedi mai adecvată. Pe de altă parte, o cutie mai adecvată poate fi schimbată înainte chiar de a fi folosită. Problema adecvării cutiei este clar una obiectivă; și dacă cutia este vreodată folosită, acest fapt este parțial accidental. La fel se întîmplă cu toate nișele ecologice. Ele sînt potențialități și pot fi studiate ca atare, într-o manieră obiectivă, pînă la un punct, independent de chestiunea dacă aceste potențialități vor fi vreodată actualizate de vreun organism viu. Un bacteriolog cunoaște cum să prepare o asemenea nișă ecologică pentru cultura unor anumite bacterii sau mucegaiuri. Ea poate fi perfect adecvată pentru scopurile lui. Dacă ea va fi vreodată folosită și locuită, este o altă chestiune.

O mare parte a lumii a treia obiective a teoriilor, a cărților, a argumentelor actuale și posibile apare ca un subprodus neinterpretat al cărților și argumentelor realmente produse. Putem spune, de asemenea, că ea este un subprodus al limbajului uman. Limbajul însuși, ca și cuiburile păsărilor, este un subprodus neintenționat al acțiunilor care erau îndreptate spre alte scopuri.

Cum apare o potecă de animale în junglă? Un anumit animal poate trece prin tufăriș pentru a găsi un loc de băut. Alte animale găsesc mai ușor să folosească aceeași cărare. Astfel ea poate fi lărgită și îmbunătățită prin folosire. Nu este planificată — este o consecință neintenționată a nevoii de mișcare ușoară sau iute. Acesta e modul

în care se face o potecă originar — poate chiar de om — şi modul în care limbajul şi orice alte instituţii care sînt folositoare pot să apară şi să-şi datoreze existenţa şi dezvoltarea utilităţii lor. Ele nu sînt planificate sau intenţionate şi nu a existat poate necesitatea lor înainte de apariţia lor. Dar ele pot crea o nouă necesitate sau o nouă mulţime de obiective. Structura obiectivelor animalelor sau oamenilor nu este „dată", dar ea se dezvoltă cu ajutorul unui gen de mecanism retroactiv pe baza vechilor obiective şi pe baza unor rezultate care au fost sau nu intenţionate*.

În acest fel poate să se nască un întreg nou univers de posibilităţi şi potenţialităţi: o lume care este într-o mare măsură *autonomă*.

Un exemplu foarte evident este o grădină. Chiar dacă ar fi fost plănuită cu o mare grijă, ea se va dezvolta parţial în moduri neaşteptate. Dar chiar dacă se întîmplă să se dezvolte cum a fost plănuit, unele relaţii neaşteptate între obiectele plănuite pot da naştere la un întreg univers de posibilităţi, de noi obiective posibile, de noi *probleme*.

Lumea limbajului, a aşteptărilor, a teoriilor şi a argumentelor, pe scurt universul cunoaşterii obiective, este unul dintre cele mai importante dintre aceste universuri create de om şi, în acelaşi timp, într-un mare grad, autonome.

Ideea *autonomiei* este centrală în teoria mea asupra lumii a treia: deşi lumea a treia este un produs uman, o creaţie umană, ea creează, la rîndul ei, ca şi alte produse animale, *propriul său domeniu de autonomie*.

Există nenumărate exemple. Poate cele mai izbitoare, şi în orice caz acelea care trebuie ţinute minte ca exemplele noastre standard pot fi găsite în teoria numerelor naturale.

Pace Kronecker, eu sînt de acord cu Brouwer că şirul numerelor naturale este o construcţie umană. Dar, deşi noi creăm acest şir, el îşi creează, la rîndul său, problemele lui autonome. Distincţia dintre numerele pare şi impare nu este creată de noi: ea este o consecinţă neintenţionată şi inevitabilă a creaţiei noastre. Numerele prime, desigur, sînt la fel fapte autonome şi obiective; şi în cazul lor

---

* Vezi HAYEK [1961], cap. 6, în special p. 96, 100 şi 12; DESCARTES [1637], ed. [1931], p. 89; POPPER [1960], p. 65; [1966] secţiunea XXIV.

Scanned with OKEN Scanner

este evident că există multe lucruri aici pentru noi de *descoperit*, există conjecturi cum ar fi aceea a lui Goldbach. Şi aceste conjecturi, deşi se referă indirect la obiectele creaţiei noastre, se referă direct la probleme şi fapte care au apărut într-un fel anume din creaţia noastră şi pe care nu le putem controla sau influenţa: ele sînt fapte solide, iar adevărul asupra lor este adesea greu de descoperit.

Aceasta exemplifică ce înţeleg eu cînd spun că lumea a treia este în mare măsură autonomă, deşi e creată de noi.

Dar autonomia ei este doar una parţială: problemele noi conduc la noi creaţii sau construcţii — cum ar fi funcţiile recursive sau şirul de alegeri libere al lui Brouwer — putînd astfel să adauge noi obiecte lumii a treia. Şi orice asemenea pas va crea *noi fapte neintenţionate; noi probleme neaşteptate;* şi adesea *noi respingeri**.

Există, de asemenea, un foarte important efect *feedback* al creaţiilor noastre asupra noastră înşine; al lumii a treia asupra lumii a doua, deoarece noile probleme apărute ne stimulează la noi creaţii.

Procesul poate fi descris prin următoarea schemă supra-simplificată (vezi Popper [1966], în special p. 24):

$$P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2$$

Adică pornim cu o anumită problemă P_1, continuăm cu o soluţie tentativă sau o teorie tentativă TT, care poate fi (parţial sau total) greşită; oricum, ea va fi supusă eliminării erorii EE, care poate consta în discutarea critică sau în teste experimentale; în orice caz, noi probleme P_2 se nasc din propria noastră activitate creativă; şi aceste noi probleme nu sînt, în general, intenţionat create de noi, ele apar autonom din domeniul noilor relaţii pe care noi nu le putem ajuta să apară prin fiecare acţiune, oricît de puţin intenţionăm noi să facem aceasta.

Autonomia lumii a treia şi acţiunea inversă a lumii a treia asupra celei de-a doua sau chiar a primei lumi constituie unele dintre cele mai importante fapte ale creşterii cunoaşterii.

---

* Un exemplu pentru ultima este „respingerea extinderii conceptuale" a lui Lakatos (vezi LAKATOS [1963—1964]).

Scanned with OKEN Scanner

Urmărind consideraţiile noastre biologice, este uşor să vedem că ele sînt de o importanţă generală pentru teoria evoluţiei a lui Darwin: ele explică cum ne putem ridica noi înşine prin propriile noastre forţe. Sau, într-o terminologie mai rafinată, ele ne ajută să explicăm „emergenţa".

4. LIMBAJUL, CRITICA ŞI LUMEA A TREIA

Cea mai semnificativă dintre creaţiile umane cu cel mai important efect invers asupra noastră şi, în special, asupra creierelor noastre o constituie funcţiile înalte ale limbajului uman, mai special *funcţia descriptivă* şi *funcţia argumentativă*.

Limbajele umane au comun cu limbajele animale cele două funcţii inferioare ale limbajului: (1) autoexpresia şi (2) semnalizarea. Funcţia autoexpresivă sau simptomatică a limbajului este evidentă: toate limbajele animale sînt simptomatice cu privire la o stare a unui organism. Funcţia de semnalizare sau de declanşare este de asemenea evidentă: noi nu numim lingvistic un simptom oarecare dacă nu admitem că el poate declanşa un răspuns în alt organism.

Toate limbajele animale şi toate fenomenele lingvistice au în comun aceste două funcţii inferioare. Dar limbajul uman are multe alte funcţii*. În mod straniu, cea mai importantă dintre funcţiile superioare a fost neglijată de aproape toţi filosofii. Explicaţia acestui fapt straniu este aceea că cele două funcţii inferioare sînt întotdeauna prezente atunci cînd cele superioare sînt prezente, astfel încît este totdeauna posibil să se „explice" orice fenomen lingvistic, în termenii funcţiilor inferioare, ca o „*expresie*" sau o „*comunicare*".

Cele două funcţii superioare importante ale limbajelor umane sînt (3) funcţia *descriptivă* şi (4) funcţia *argumentativă***.

---

* De exemplu, consultativă, de îndemn, funcţională.

** Vezi POPPER [1963], în special cap. 4 şi 12, şi referinţele de la p. 134, 293 şi 259 la BÜHLER [1934]. Bühler a fost primul care a discutat diferenţa decisivă dintre funcţiile inferioare şi funcţia descriptivă. Am găsit ulterior, ca o consecinţă a teoriei mele a criticii, distincţia decisivă dintre funcţiile descriptivă şi argumentativă; vezi, de asemenea, POPPER [1966], secţiunea XIV şi nota 47.

Scanned with OKEN Scanner

În raport cu funcţia descriptivă a limbajului uman, apare ideea regulativă a *adevărului*, adică a unei descripţii care corespunde faptelor*.

Alte idei regulative sau evaluative sînt conţinutul, conţinutul de adevăr şi verosimilitudinea**.

Funcţia argumentativă a limbajului uman presupune funcţia descriptivă: argumentele sînt, fundamental, asupra descrierilor: ele critică descrieri din punctul de vedere al ideilor regulative: adevărul, conţinutul, verosimilitudinea.

Două puncte sînt foarte importante aici:

1) Fără dezvoltarea unui limbaj descriptiv exosomatic — un limbaj care, asemenea unei unelte îşi dezvoltă corpul în afară — nu poate exista *obiect* pentru discuţia noastră critică. Dar cu dezvoltarea unui limbaj descriptiv (şi, apoi, a unui limbaj scris), o lume a treia lingvistică poate apărea, şi numai în acest fel, şi numai în această a treia lume, se pot dezvolta problemele şi standardele criticii raţionale.

2) Tocmai acestei dezvoltări a funcţiilor superioare ale limbajului îi datorăm noi umanitatea noastră, raţiunea noastră. Deoarece puterile noastre de a raţiona nu sînt altceva decît puteri ale argumentării critice.

Acest al doilea punct arată inutilitatea tuturor teoriilor limbajului uman care se centrează asupra *expresiei şi a comunicării*. După cum vom vedea, organismul uman, care, aşa cum se zice adesea, se exprimă pe sine însuşi, depinde în structura sa foarte mult de apariţia celor două funcţii superioare ale limbajului.

Cu evoluţia funcţiei argumentative a limbajului, critica devine instrumentul principal al creşterii ulterioare. (Logica poate fi considerată ca *organonul criticii;* vezi Popper [1963], p. 64.) Lumea autonomă a funcţiilor superioare ale lim-

---

* Una dintre cele mai mari descoperiri ale logicii moderne a fost restabilirea de către Tarski a teoriei (obiective) a corespondenţei asupra adevărului (adevărul = corespondenţa cu faptele). Studiul prezent datorează totul acestei teorii; dar nu vreau, desigur, să-l implic pe Tarski în vreuna din crimele comise aici.

** Vezi nota anterioară şi POPPER [1962 a], în special p. 292; şi POPPER [1963], cap. 10 şi Addenda.

Scanned with OKEN Scanner

bajului devine lumea ştiinţei. Şi schema, original validă pentru lumea animală ca şi pentru omul primitiv

$$P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2,$$

devine schema creşterii cunoaşterii prin eliminarea erorii printr-o *critică raţională* sistematică. Ea devine schema căutării adevărului şi a conţinutului cu mijloacele discuţiei raţionale. Ea descrie calea prin care creştem noi înşine. Ea dă o descriere raţională a emergenţei evoluţioniste şi a *self-transcendenţei noastre prin selecţie şi critică raţională.*

Pentru a rezuma, deşi sensul „cunoaşterii", asemenea aceluia al oricărui cuvînt este neimportant, este important să se distingă între diferitele sensuri ale cuvîntului:

(1) Cunoaşterea subiectivă, care constă din anumite dispoziţii înnăscute pentru acţiune şi din modificările lor dobîndite.

(2) Cunoaşterea obiectivă, de exemplu, cunoaşterea ştiinţifică, care constă din teorii conjecturale, probleme deschise, situaţii ale problemelor şi argumente.

Toată munca în ştiinţă este o muncă îndreptată spre creşterea cunoaşterii obiective. Noi sîntem muncitori care adăugăm la creşterea cunoaşterii obiective aşa cum zidarii lucrează la o catedrală.

Munca noastră este supusă greşelii, asemenea oricărei munci umane. În mod constant, noi facem erori, dar există standarde obiective pe care le-am putea clasifica pe scurt, standarde ale adevărului, conţinutului, validităţii etc.

Limbajul, formularea problemelor, emergenţa unei noi situaţii a problemelor, teoriile competitive, critica reciprocă prin argumentări, toate acestea sînt mijloace indispensabile ale creşterii cunoaşterii ştiinţifice. Funcţiile sau dimensiunile cele mai importante ale limbajului uman (pe care nu le posedă limbajele animale) sînt cea descriptivă şi cea argumentativă. Creşterea acestor funcţii este, desigur, produsul nostru, deşi ea este o consecinţă neintenţionată a acţiunii noastre. Numai în cadrul unui limbaj astfel îmbogăţit devin posibile argumentarea critică şi cunoaşterea în sens obiectiv.

Repercusiunile, sau efectele inverse ale evoluţiei lumii a treia asupra noastră, asupra creierelor, tradiţiilor (dacă cineva vrea să înceapă cu ceea ce a început Adam, el nu

Scanned with OKEN Scanner

va merge mai departe decît a mers Adam), asupra dispoziţiilor noastre de a acţiona (adică a credinţelor noastre*) şi asupra acţiunilor noastre, ar putea fi cu greu supraestimate.

Opusă tuturor acestora, *epistemologia tradiţională* este interesată de lumea a doua: de cunoaştere ca un anumit gen de credinţă — credinţă justificabilă, cum ar fi credinţa bazată pe percepţii. Ca o consecinţă a acestui gen de credinţă, filosofia nu poate explica (şi nici nu încearcă să-l explice) fenomenul decisiv că oamenii de ştiinţă critică teoriile lor şi în acest fel le ucid. *Oamenii de ştiinţă încearcă să elimine teoriile lor false, ei încearcă să le pună pe cele moarte la locul lor. Cel care crede — indiferent dacă este animal sau om — piere odată cu falsele lui credinţe.*

5. REMARCI ISTORICE

5. 1. *Platon şi neoplatonismul*

După cum toţi cunoaştem, Platon a fost acela care a descoperit lumea a treia. După cum remarcă Whitehead, întreaga filosofie europeană constă din note de subsol la opera lui Platon.

Voi face doar trei remarci scurte asupra lui Platon, două dintre acestea fiind critice.

(1) Platon a descoperit nu numai lumea a treia, ci şi o parte a influenţei sau a acţiunii inverse a lumii a treia asupra noastră: el a realizat că noi încercăm să înţelegem ideile acestei a treia lumi, de asemenea că noi le folosim ca explicaţii.

(2) Lumea a treia a lui Platon era divină; ea era neschimbătoare şi, desigur, adevărată. Astfel, există o mare prăpastie între aceasta şi lumea a treia a mea: lumea a treia a mea este o operă a omului şi este schimbătoare. Ea conţine nu doar teoriile adevărate, ci şi pe cele false şi, în special, problemele deschise, conjecturile şi respingerile.

Pe cînd Platon, marele maestru al argumentării dialectice, vedea în argumente doar o cale ducînd la lumea

* Teoria după care credinţele pot fi apreciate prin uşurinţa pariurilor a fost considerată ca binecunoscută în 1771 (vezi KANT [1778], p. 852).

Scanned with OKEN Scanner

a treia, eu le consider printre cei mai importanți locuitori ai lumii a treia; pentru a nu vorbi de problemele deschise.

(3) Platon credea că lumea a treia a formelor sau a ideilor ne va oferi explicațiile ultime (adică explicații prin esențe; vezi Popper [1963], cap. 3). Astfel el scria, de exemplu: „Cred că dacă orice altceva în afara ideii frumuseții absolute este frumos, atunci el este frumos *pentru singura rațiune* că el are ceva comun cu ideea frumuseții absolute. *Și acest gen de explicație se aplică oricărui lucru*" (Platon, *Fedon*, 100 C).

Aceasta este o teorie a *explicației ultime*, adică a unei explicații al cărui explicans nu este capabil și nici necesar de o explicație ulterioară. Și ea este o teorie a *explicației prin esențe*, adică prin cuvinte hipostaziate.

Ca rezultat, Platon considera obiectele lumii a treia ca ceva asemenea unor lucruri nemateriale sau, poate, asemenea stelelor sau constelațiilor, care pot fi contemplate și intuite, deși nu pot fi atinse de intelectul nostru. Din această cauză, locuitorii lumii a treia — formele sau ideile — devin concepte ale lucrurilor, sau esențe, sau naturi ale lucrurilor, mai degrabă decît teorii, sau argumente, sau probleme.

Aceasta are cele mai îndepărtate consecințe pentru istoria filosofiei. De la Platon pînă astăzi, mulți filosofi au fost sau nominaliști*, sau ceea ce am numit eu esențialiști. Ei sînt mai interesați de sensul (esențial) al cuvintelor decît de adevărul sau falsitatea teoriilor.

Adesea eu prezint problema sub forma unui tablou (vezi mai jos).

Teza mea este că *partea stîngă a acestui tablou este neimportantă* în comparație cu cea dreaptă: ceea ce trebuie să ne intereseze pe noi sînt teoriile, adevărul, argumentul. Dacă încă mulți filosofi și oameni de știință gîndesc că conceptele și sistemele conceptuale (și problemele care privesc semnificația lor, sau sensul cuvintelor) sînt comparabile în importanță cu teoriile și sistemele teoretice (și problemele adevărului lor, sau adevărul enunțurilor), atunci ei mai suferă încă de eroarea fundamentală a lui

---

* Comp. cu WATKINS [1965], cap. VIII, în special p. 154 f, și POPPER [1959], p. 420—2; [1963], p. 18 ff, 262, 297 f.

Scanned with OKEN Scanner

Platon*. Deoarece conceptele reprezintă parţial mijloace pentru formularea teoriilor, parţial mijloace pentru rezumarea teoriilor. În orice caz, semnificaţia lor este în principal instrumentală; şi ele pot întotdeauna să fie înlocuite prin alte concepte.

IDEILE

Adică:

DESIGNAŢIILE *sau* ENUNŢURILE
TERMENII *sau* PROPOZIŢIILE
CONCEPTELE *sau* TEORIILE

pot fi formulate în

CUVINTE | ASERŢIUNI

care pot fi

CU SENS — ADEVĂRATE
SENSUL *lor* ADEVĂRUL

se poate reduce prin

DEFINIŢII — DERIVĂRI

la acela al

CONCEPTELOR NEDEFINITE — PROPOZIŢIILOR PRIMITIVE

încercarea de a stabili (mai degrabă decît de a reduce) prin aceste mijloace

SENSUL *lor* ADEVĂRUL

duce la un regres infinit

Conţinuturile şi obiectele gîndurilor mi se pare că au jucat un rol important în stoicism şi neoplatonism: Plo-

* Eroarea, care este tradiţională, este cunoscută ca „problema universaliilor". Ea va trebui înlocuită de „problema teoriilor" sau „problema conţinutului teoretic al oricărui limbaj uman": vezi POPPER [1959], *secţiunile* 4 (cu noua notă de subsol *1) şi 25. Incidental, este clar că dintre cele trei poziţii faimoase—*universale ante rem, in re* şi *post rem*, ultima, în înţelesul

tinus păstrează separaţia lui Platon între lumea empirică şi lumea platonică a Formelor sau a Ideilor. Totuşi, asemenea lui Aristotel*, Plotin a distrus transcendenţa lumii lui Platon, plasînd-o în conştiinţa lui Dumnezeu.

Plotin critica pe Aristotel pentru faptul că nu a reuşit să distingă, între Prima Ipostază (Unicitatea) şi a Doua Ipostază (intelectul divin). Totuşi, el l-a urmat pe Aristotel în identificarea actelor de gîndire ale lui Dumnezeu cu propriile lui conţinuturi sau obiecte; şi el şi-a elaborat concepţia luînd Formele sau Ideile lumii inteligibile a lui Platon ca fiind stări de conştiinţă imanente ale intelectului divin**.

5.2. *Hegel*

Hegel a fost într-o măsură un platonist (sau mai degrabă un neoplatonist) şi, asemenea lui Platon, el a fost într-o măsură şi un heraclitean. El a fost un platonist a cărui lume a Ideilor se schimba, evolua. „Formele" sau „Ideile" lui Platon erau obiective şi nu aveau nimic de-a face cu ideile conştiinţei dintr-o minte subiectivă; ele locuiau într-o lume divină, neschimbătoare, cerească (supralunară în sensul lui Aristotel). Prin contrast, Ideile lui Hegel, asemenea celor ale lui Plotinus, erau fenomene de conştiinţă: gînduri care se gîndesc pe ele însele şi care locuiesc într-un anumit gen de conştiinţă, un anume gen de intelect sau „Spirit"; şi împreună cu acest „Spirit", ele se modi-

---

ei uzual, este anti-lumea-a-treia şi încearcă să explice limbajul ca expresie, pe cînd prima (platonistă) este pro-lumea a treia. Suficient de interesantă, poziţia de mijloc (aristotelică) *(in re)* se poate spune că este anti-lumea-a-treia sau că ignorează problema lumii a treia. Ea atestă astfel influenţa producătoare de confuzie a conceptualismului.

* Comp. Aristotel, *Metafizica*, XII ( ), 7; 1 072 b 21 f; şi 9: la 1 075 a 4. Acest pasaj (pe care Ross îl rezumă: „gîndirea divină trebuie să se refere la cel mai divin obiect care este ea însăşi") conţine o critică implicită a lui Platon. Afinitatea lui cu ideile lui Platon este în special clară în rîndul 25 f: „Gîndesc despre acesta care este cel mai divin şi preţios şi nu se schimbă; deoarece schimbarea ar fi schimbare în rău..." (vezi Aristotel, *De anima*, 429 b 27 ff, în special 430 a 4).

** Comp. PLOTINUS, *Enneades*, II, 4, 4([1883], p. 153, 3); III, 8, 11 ([1883], p. 346, 6); V, 3, 2—5, V, 9, 5—8; VI, 6, 6—7.

Scanned with OKEN Scanner

ficau sau evoluau. Faptul că „Spiritul obiectiv" al lui Hegel şi „Spiritul absolut" sînt supuse modificării este singurul punct în care spiritele lui sînt mai asemănătoare cu „lumea a treia" a mea decît cu lumea Ideilor a lui Platon (sau cu lumea lui Bolzano a „propoziţiilor în sine").

Cele mai importante diferenţe între „Spiritul obiectiv" şi „Spiritul absolut" hegeliene şi „lumea a treia" a mea sînt următoarele:

1) După Hegel, deşi Spiritul obiectiv (cuprinzînd creaţia artistică) şi Spiritul absolut (cuprinzînd filosofia) constau amîndouă din produse umane, omul nu este creator. Spiritul obiectiv hipostaziat, auto-conştiinţa divină a Universului este aceea care mişcă pe om: „indivizii ... sînt instrumente", instrumente ale Spiritului Epocii, şi opera lor, „activităţile lor efective" sînt „pregătite şi stabilite independent de ei" (vezi HEGEL, [1830], paragraful 551). Astfel, ceea ce eu am numit autonomia lumii a treia şi efectul ei invers devine cu Hegel omnipotent: el este numai unul dintre aspectele sistemului său prin care se manifestă însuşi fondul său teologic. Împotriva acestei situaţii eu afirm că elementul creator individual, relaţia „dă-şi-ia" între un om şi opera sa, este de cea mai mare importanţă. La Hegel, aceasta degenerează în doctrina conform căreia personalitatea reprezintă ceva asemănător unui medium în care spiritul epocii se exprimă pe el însuşi.

2) În ciuda unei asemănări superficiale între dialectica lui Hegel şi schema evoluţiei formulată de mine

$$P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2$$

există o diferenţă fundamentală. Schema mea lucrează prin eliminarea erorilor şi, la nivelul ştiinţific, prin critica conştientă subordonată ideii regulative a cercetării adevărului.

Critica, desigur, constă în cercetarea contradicţiilor şi în eliminarea lor; dificultatea creată de cerinţa eliminării lor constituie noua problemă (P_2). Astfel, eliminarea erorii duce la creşterea obiectivă a cunoaşterii noastre — a cunoaşterii în sens obiectiv. Ea duce la creşterea verosimilitudinii obiective: ea face posibilă aproximarea adevărului (absolut).

Scanned with OKEN Scanner

Hegel, pe de altă parte, este un relativist*. El nu consideră ca fiind sarcina noastră căutarea contradicţiilor cu scopul eliminării lor, întrucît el crede că contradicţiile sînt la fel de bune (sau mai bune) ca sistemele noncontradictorii: ele oferă mecanismul prin care spiritul însuşi este propulsat. Astfel, critica raţională nu are vreun rol în automatismul hegelian, ea nu are unul mai mare decît acela care revine creativităţii umane**.

(3) În timp ce Platon îşi reprezintă că Ideile hipostaziate locuiesc într-un cer divin, Hegel personalizează Spiritul într-o anumită conştiinţă divină: ideile locuiesc în ea aşa cum ideile umane locuiesc într-o conştiinţă umană. După doctrina sa explicită, spiritul nu este numai conştiinţă, ci şi autoconştiinţă. Împotriva acestei teze, lumea a treia a mea nu are vreo asemănare oarecare cu conştiinţa umană; şi, deşi primii ei locuitori sînt produsele conştiinţei umane, ei sînt total diferiţi de ideile conştiinţei sau de gîndurile în sens subiectiv.

5.3. *Bolzano şi Frege*

Propoziţiile în ele însele şi adevărurile în ele însele ale lui Bolzano sînt, în mod clar, locuitori ai lumii a treia a mea. Dar el era departe de clarificarea relaţiilor lor cu restul lumii***.

Într-un fel eu am încercat să rezolv tocmai dificultatea centrală a lui Bolzano, prin compararea statutului şi a autonomiei lumii a treia cu acelea ale produselor animale şi prin indicarea modului în care această autonomie îşi are originea în funcţiile superioare ale limbajului uman.

Despre Frege, nu poate exista îndoială asupra distincţiei lui clare între actele subiective ale gîndirii sau gîndirea

---

* Vezi POPPER [1963], cap. 5; POPPER [1962], Addenda la vol.II *Fapte, Standarde şi Adevăr: O nouă critică a relativismului.*

** Vezi LAKATOS [1963], p. 234, nota 1 (Offprint, p. 59).

*** BOLZANO [1837] (Vol. 1, § 19, p. 78) spune că propoziţiile (şi adevărurile) în ele însele nu au fiinţă *(Dasein)*, existenţă sau realitate. Totuşi el consideră că o propoziţie în sine nu este *numai* „ceva enunţat, presupunînd astfel o persoană care să o enunţe".

Scanned with OKEN Scanner

în sens subiectiv, şi gîndirea obiectivă sau conţinutul gîndirii*.

Indiscutabil, interesul său asupra expresiilor subordonate şi asupra vorbirii indirecte face din el părintele logicii epistemice moderne**. Dar cred că el nu este afectat deloc de critica logicii epistemice pe care o voi face (vezi secţiunea 7 mai departe): după cîte pot să-mi dau seama acum, el nu gîndea în acest caz în contextul unei epistemologii, în sensul unei teorii a cunoaşterii ştiinţifice.

5.4. *Empirismul*

Empirismul — să zicem al lui Locke, Berkeley şi Hume — trebuie înţeles în situaţia lui istorică: problema lui principală a fost, simplu spus, religia *versus* non-religia sau, mai precis, justificarea raţională, sau justificabilitatea creştinismului, comparată cu cunoaşterea ştiinţifică.

Aceasta explică de ce cunoaşterea este peste tot considerată ca un gen de credinţă — credinţă justificată prin evidenţă, în special prin evidenţă perceptuală, prin evidenţa simţurilor noastre.

Deşi poziţiile lor faţă de relaţia ştiinţei şi religiei diferă în mod larg, Locke, Berkeley*** şi Hume sînt de acord esenţial în cerinţa (pe care uneori Hume o simte ca un ideal intangibil) că noi trebuie să respingem toate propoziţiile — şi în special propoziţiile cu semnificaţie existenţială — pentru care evidenţa este insuficientă, să acceptăm numai acele propoziţii pentru care avem suficientă evidenţă, care pot fi demonstrate sau verificate prin evidenţa simţurilor noastre.

Această poziţie poate fi analizată în maniere variate. O analiză cam întinsă va fi reprezentată de următorul lanţ de ecuaţii sau echivalenţe dintre care multe pot fi

---

* Vezi citatul din secţiunea 1 din FREGE [1892], p. 32, şi FREGE [1894].

** Drumul duce de la FREGE la RUSSELL [1922], p. 19, şi WITTGENSTEIN [1922], p. 5, 542.

*** Pentru poziţia lui Berkeley, vezi secţiunea 1 a, cap. 3 şi cap. 6 din Popper [1963].

Scanned with OKEN Scanner

suportate de pasaje din empiriştii britanici şi chiar din Bertrand Russell*.

p este verificat sau demonstrat prin experienţa sensibilă = există o raţiune suficientă sau justificare pentru noi pentru a crede *p* = noi credem sau judecăm sau asertăm sau afirmăm sau cunoaştem că *p* este adevărat = *p* este adevărat = *p*.

Un lucru remarcabil asupra acestei poziţii *care amestecă evidenţa sau demonstraţia şi aserţiunea de demonstrat* este că oricine o susţine este obligat *să respingă legea terţului exclus*. Pentru că este evident că poate să apară situaţia (de fapt ar fi practic situaţia normală) ca nici *p* şi nici non-*p* să nu poată fi complet suportate, sau demonstrate, prin evidenţa disponibilă. Totuşi mi se pare că acest lucru n-a fost observat de nimeni înainte de Brouwer.

Acest eşec de a respinge legea terţului exclus este în mod special izbitor la Berkeley; deoarece dacă

esse = percipi,

atunci adevărul oricărui enunţ asupra realităţii poate fi stabilit numai prin enunţuri asupra percepţiei. Totuşi, Berkeley, foarte asemănător cu Descartes, sugerează în *Dialogurile*** lui că trebuie să respingem pe *p* dacă „nu

---

* Comp. RUSSELL [1906—7], p. 45: „Adevărul este o calitate a credinţelor"; RUSSELL [1910]: „Voi utiliza cuvintele «credinţă» şi «judecată» ca sinonime" (p. 172, notă); sau: „... judecata este ... o relaţie multiplă a minţii cu alţi termeni diferiţi la care se referă judecata" (p. 180). El susţine, de asemenea, că „percepţia este întotdeauna adevărată (chiar în vise şi halucinaţii)" (p. 181). Sau comp. RUSSELL [1959], p. 183: „... Dar din punctul de vedere al teoriei cunoaşterii şi al definiţiei adevărului sînt importante enunţurile care exprimă credinţa"; vezi, de asemenea, RUSSELL [1922], p. 197, şi *Atitudinile epistemice* ale lui Ducasse în DUCASSE [1940], p. 701—711. Este clar că atît Russell, cît şi Ducasse aparţin epistemologiei tradiţionale, care studiază cunoaşterea în sensul ei subiectiv sau în sensul lumii a doua. Tradiţia transcende cu mult empirismul.

** Vezi al doilea dialog dintre Hylas şi Philonous (BERKELEY [1949], p. 218, rîndul 15 f): „Este pentru mine o raţiune suficientă pentru a nu crede în existenţa oricărui lucru, dacă nu văd nici o raţiune pentru a-l crede"; compară DESCARTES [1637], IV (paragraful întîi): „Orice opinie trebuie să fie respinsă ca manifest falsă («*aperte falsa*» în versiunea latină) dacă cea mai slabă raţiune pentru îndoială se poate găsi în ea".

Scanned with OKEN Scanner

există raţiuni pentru a crede în el". Absenţa acestor raţiuni poate fi compatibilă, totuşi, cu absenţa raţiunilor pentru a crede în non-*p*.

6. APRECIEREA ŞI CRITICA EPISTEMOLOGIEI LUI BROUWER

În secţiunea de faţă vreau să aduc un omagiu lui L.E.J. Brouwer.

Ar fi arogant din partea mea să încerc să-l elogiez sau să-l critic pe Brouwer ca matematician. Dar îmi poate fi permis să încerc să critic epistemologia şi filosofia matematicii intuiţioniste formulate de el. Dacă îndrăznesc să fac acest lucru, îl fac în speranţa unei contribuţii, oricît de mică, la clarificarea şi dezvoltarea ideilor lui Brouwer.

În Prelegerea sa inaugurală [1912], Brouwer pleacă de la Kant. El spune că filosofia intuiţionistă a geometriei a lui Kant — doctrina sa asupra intuiţiei pure a spaţiului — trebuie abandonată, în lumina geometriei neeuclidiene. Nu avem nevoie de ea, spune Brouwer, întrucît noi putem aritmetiza geometria: putem lua ca fundament teoria aritmeticii a lui Kant şi doctrina sa că aritmetica este întemeiată pe intuiţia pură a timpului.

Simt că această poziţie a lui Brouwer nu mai poate fi susţinută, pentru că, dacă spunem că teoria spaţiului a lui Kant este distrusă de geometria neeuclidiană, atunci sîntem obligaţi să spunem că teoria sa a timpului este distrusă de relativitatea specială, deoarece Kant spune explicit că există numai *un* timp şi că ideea intuitivă a simultaneităţii (absolute) este decisivă pentru acesta*.

S-ar putea argumenta — pe o linie paralelă oarecum cu aceea a lui Heyting — că Brouwer nu şi-ar fi dezvoltat ideile lui epistemologice şi filosofice asupra matematicii intuiţioniste dacă ar fi cunoscut la timp analogia între relativizarea einsteiniană a timpului şi geometria neeucli-

---

* În *Estetica transcendentală* (KANT [1778], p. 46 f; traducerea *Kemp-Smith*, p. 74 f), Kant subliniază la punctul (1) caracterul *a priori* al simultaneităţii; la punctele (3) şi (4) că nu poate exista decît *un* timp, iar la punctul (4) că timpul *nu e un concept discursiv*, ci „o formă pură a ... intuiţiei" (sau, mai precis, *forma* pură a intuiţiei sensibile). În ultimul paragraf dinaintea *Concluziei*, la p. 72 (*Kemp-Smith*, p. 90), el spune explicit că intuiţia spaţiului şi timpului nu este o intuiţie intelectuală.

diană. Pentru a-l parafraza pe Heyting, aceasta ar fi fost o nefericire.

Totuşi, e puţin probabil că Brouwer ar fi fost foarte tare impresionat de relativitatea specială. Poate nu l-ar mai fi citat pe Kant ca precursor al intuiţionismului său. Dar el şi-ar fi păstrat teoria asupra unui timp *personal*, asupra unui timp al experienţei noastre intime şi imediate (vezi BROUWER [1949]). Şi acesta nu a fost în nici un fel afectat de relativitate, chiar dacă teoria lui Kant a fost afectată.

Astfel, nu trebuie să-l tratăm pe Brouwer ca un kantian. Totuşi, noi nu putem să-l separăm prea uşor de Kant, deoarece ideea intuiţiei a lui Brouwer şi utilizarea în opera sa a termenului „intuiţie" nu pot fi complet înţelese fără a analiza fondul lor kantian.

Pentru Kant, *intuiţia este o sursă a cunoaşterii;* şi intuiţia „pură" („intuiţia pură a spaţiului şi timpului") este o sursă sigură a cunoaşterii: din ea se naşte *certitudinea absolută*. Această teorie este foarte importantă pentru înţelegerea lui Brouwer, care leagă în mod clar doctrina sa epistemologică de Kant.

Această doctrină are o istorie a sa. Kant porneşte de la Plotin, Sf. Thomas, Descartes ş.a. Originar, intuiţia însemna, desigur, percepţie: este ceea ce vedem, sau percepem, dacă ne uităm sau dacă ne îndreptăm privirea la un anumit obiect. Dar cel puţin de la Plotin, s-a dezvoltat un contrast între *intuiţie*, pe de o parte, şi gîndirea *discursivă*, pe de alta. Intuiţia este calea divină de a cunoaşte totul dintr-o dată, instantaneu, netemporal. Gîndirea discursivă este calea umană: ca într-un discurs, argumentăm pas cu pas, în timp.

Kant (împotriva lui Descartes) susţine că noi nu posedăm o facultate a intuiţiei raţionale şi că, din această cauză, intelectul nostru, respectiv conceptele noastre, rămîn goale sau analitice, pînă cînd nu sînt aplicate la materialul care sau ne este dat de simţuri (intuiţia sensibilă), sau, dacă nu se aplică acestui material, ele sînt *„concepte construite în intuiţia noastră pură a spaţiului şi timpului"**. Numai

---

* Vezi KANT [1778], p.741: „A construi un concept înseamnă a expune intuiţia *a priori* [„intuiţia pură"] care corespunde conceptului";

astfel putem obţine cunoaşterea sintetică *a priori:* intelectul nostru este esenţialmente discursiv; el este obligat să înceapă prin logică, care este vidă — „analitică".

După Kant, intuiţia sensibilă presupune intuiţia pură: simţurile noastre nu-şi pot face munca lor fără a-şi ordona percepţiile în cadrul spaţiului şi timpului. Astfel, spaţiul şi timpul sînt anterioare oricărei intuiţii sensibile; şi teoriile spaţiului şi timpului — geometria şi aritmetica — sînt valide *a priori*. Sursa validităţii lor *a priori* este facultatea umană a *intuiţiei pure*, care este strict limitată la acest domeniu şi care este strict distinctă de calea intelectuală sau discursivă a gîndirii.

Kant susţinea doctrina după care *axiomele matematicii* se bazau pe intuiţia pură (KANT [1778], p. 760 f): ele puteau fi „văzute" sau „percepute" ca fiind adevărate, într-o manieră nesensibilă a lui „a vedea" sau „a percepe". În plus, intuiţia pură era conţinută în *orice pas al oricărei demonstraţii geometrice* (şi matematice, în general)*: pentru a urmări o demonstraţie trebuie să privim la figura (desenată). Această „privire" nu este o intuiţie sensibilă, ci o intuiţie pură, cum arată faptul că figura poate fi adesea convingătoare chiar dacă este desenată într-o manieră foarte grosolană, şi faptul că desenarea unui triunghi poate reprezenta pentru noi, într-un unic desen, o infinitate de variante posibile de triunghiuri de toate formele şi mărimile.

Consideraţii analoge se referă la aritmetică care, după Kant, se bazează pe numărare; un proces care, la rîndul său, se bazează esenţial pe intuiţia pură a timpului.

---

vezi, de asemenea, p. 747: „Ne-am străduit să facem clar cît de mare este diferenţa între folosirea discursivă a raţiunii prin concepte şi folosirea intuitivă prin construcţie de concepte". La p. 751: „*Construcţia de concepte*" este mai departe explicată: „Putem determina conceptele noastre în intuiţia noastră *a priori* a spaţiului şi timpului atît de mult, încît, noi creăm obiectele însele printr-o sinteză uniformă" (sublinierile, parţial, îmi aparţin).

* Comp. KANT [1778], p. 741—764; vezi, de exemplu, sfîrşitul p. 762, unde el spune despre demonstraţii în matematică („chiar în algebră"): „Toate inferenţele se asigură împotriva erorilor ... prin aceea că fiecare dintre ele este prezentată în faţa ochilor". Comp., de exemplu, începutul paginii 745, unde Kant vorbeşte despre un „lanţ de inferenţe" şi „întotdeauna ghidate de intuiţie" (în acelaşi pasaj, p. 748, „a construi" este explicat ca „a fi reprezentat în intuiţie").

Scanned with OKEN Scanner

Această teorie a surselor cunoașterii matematice suferă în forma ei kantiană de o dificultate severă. Chiar dacă noi admitem tot ceea ce spune Kant, rămînem totuși încurcați, deoarece geometria lui Euclid, indiferent dacă folosește intuiția pură, în mod cert utilizează argumentarea intelectuală, deducția logică. *Este imposibil să se nege că matematica folosește gîndirea discursivă.* Discursul lui Euclid se mișcă prin propoziții, în întreaga carte, pas cu pas: el nu a fost conceput într-o singură iluminare intuitivă. Chiar dacă admitem, de dragul argumentării, necesitatea intuiției pure *în orice pas singular fără excepție* (și această admitere este dificilă pentru noi, modernii), procedura în pași, discursivă și logică a derivărilor lui Euclid este atît de vădită, și ea a fost atît de general cunoscută și imitată (Spinoza, Newton), încît este dificil să credem că ar fi putut-o ignora Kant. De fapt, Kant a cunoscut toate acestea probabil la fel de bine ca oricine. Dar poziția lui i-a fost impusă (1) de structura *CRITICII* în care *Estetica transcendentală* precedă *Logica transcendentală* și (2) de distincția lui strictă (voi sugera că este o distincție strictă nesutenabilă) dintre gîndirea intuitivă și cea discursivă. Cum se prezintă însă lucrurile, cineva ar fi aproape înclinat să creadă că nu este doar o lacună excluderea de către Kant a argumentelor discursive din geometrie și aritmetică, ci o contradicție.

Că nu este așa a fost arătat de către Brouwer, care a umplut lacuna. Fac aluzie la teoria lui Brouwer a *relației dintre matematică, pe de o parte, și limbaj și logică, pe de altă parte.*

Brouwer a rezolvat problema făcînd o distincție netă între *matematică ca atare* și *expresia și comunicarea ei lingvistică.* Matematica însăși el o vedea ca o activitate extralingvistică, esențial o activitate de construcție mentală pe baza intuiției noastre pure a timpului. Prin această construcție creăm, în intuiția noastră, în mintea noastră, obiectele matematicii, pe care apoi — după crearea lor — încercăm să le descriem și să le transmitem altora. Astfel, descrierea lingvistică și argumentarea discursivă cu logica sa vin după activitatea matematică esențială: întotdeauna ele vin după ce un obiect al matematicii — cum ar fi o demonstrație — a fost construit.

Scanned with OKEN Scanner

Aceasta rezolvă problema pe care o lăsasem descoperită în analiza *CRITICII* lui Kant. Ceea ce la prima vedere părea a fi contradicţie la Kant, se suprimă, într-o manieră foarte ingenioasă, prin doctrina după care noi trebuie să distingem net între două nivele, un nivel intuitiv şi mental, esenţial pentru gîndirea matematică, şi unul discursiv şi lingvistic, esenţial numai pentru comunicare.

Asemenea oricărei mari teorii, această teorie a lui Brouwer îşi manifestă valoarea prin fertilitatea sa. Ea a rezolvat dintr-o dată trei mari grupe de probleme din filosofia matematicii:

(1) *Probleme epistemologice* privind sursa certitudinii matematice, natura evidenţei matematice şi natura demonstraţiei matematice. Aceste probleme au fost rezolvate, respectiv, prin doctrina intuiţiei ca sursă a cunoaşterii, prin doctrina conform căreia noi putem vedea intuitiv obiectele matematice pe care le-am construit şi prin doctrina după care o demonstraţie matematică este o construcţie în şir sau o construcţie de construcţii.

(2) *Probleme ontologice* privind natura obiectelor matematice şi natura modului lor de existenţă. Aceste probleme au fost rezolvate printr-o doctrină care avea două laturi: pe de o parte, era *constructivismul*, pe de alta un *mentalism* care localiza toate obiectele matematice în ceea ce eu am numit „lumea a doua". Obiectele matematice ar fi construcţii ale minţii umane, şi ele există numai ca construcţii în mintea umană. Obiectivitatea lor — caracterul lor de obiecte, şi obiectivitatea existenţei lor — se baza în întregime pe posibilitatea repetării construcţiei lor ori de cîte ori se doreşte.

Astfel, Brouwer putea să sugereze în prelegerea sa inaugurală că, pentru intuiţionist, obiectele matematice există în mintea umană; pe cînd pentru formalist, ele existau „pe hîrtie"*.

---

* Comp. sfîrşitul celui de-al treilea paragrat al lui BROUWER [1912], unde Brouwer vorbeşte despre existenţa nu a matematicii, ci a „exactităţii matematice", şi, *ca atare*, pasajul respectiv se aplică de aceea problemelor (1) şi (3) mai apropiat decît problemelor ontologice (2). Pasajul în traducerea lui Dresden: „Problema, unde există exactitatea matematică, este soluţionată diferit ... Intuiţionistul spune: în intelectul uman. Formalistul spune: pe hîrtie".

Scanned with OKEN Scanner

(3) *Probleme metodologice* privind demonstraţiile matematice.

Am putea distinge în mod naiv două maniere principale de a fi interesaţi de matematică. Un matematician ar putea fi interesat în principal de teoreme — de adevărul sau falsitatea propoziţiilor matematice. Un alt matematician ar putea fi interesat în principal de demonstraţii: de problemele existenţei demonstraţiilor unor anumite teoreme şi de caracterul acestor demonstraţii. Dacă este preponderent primul interes (care mi se pare a fi cazul, de exemplu, cu Polya), atunci el este de obicei legat de un interes în descoperirea „faptelor" matematice şi, astfel, el apare ca o euristică matematică platonizantă. Dacă este preponderent al doilea gen de interes, atunci demonstraţiile nu sînt numai mijloace pentru a face sigure teoremele asupra obiectelor matematice, ci sînt ele însele obiecte matematice. Acesta, mi se pare, a fost cazul cu Brouwer: acele construcţii care erau demonstraţii erau nu doar obiecte matematice creative şi care stabilesc ceva; erau în acelaşi timp ele însele obiecte matematice — poate chiar cele mai importante. Astfel, a aserta o teoremă înseamnă asertarea existenţei unei demonstraţii pentru ea, şi a o nega înseamnă a aserta existenţa unei demonstraţii de respingere, adică o demonstraţie a absurdităţii ei. Aceasta duce imediat la respingerea de către Brouwer a legii terţului exclus, la respingerea demonstraţiilor indirecte şi la cerinţa ca existenţa să fie demonstrată numai prin construcţie reală — a face vizibil ceea ce există — a obiectului matematic respectiv.

Aceasta conduce, de asemenea, la respingerea brouweriană a „platonismului", prin care putem înţelege doctrina conform căreia obiectele matematice au ceea ce eu am numit un mod de existenţă „autonom": ele pot exista fără a fi construite de noi, şi, astfel, fără a se fi demonstrat că există.

Pînă acum am încercat să înţeleg epistemologia lui Brouwer, în principal presupunînd că ea se naşte dintr-o tentativă de a rezolva o dificultate din filosofia matematică a lui Kant. Acum voi trece la ceea ce am anunţat în titlul acestei secţiuni — o apreciere şi o critică a epistemologiei lui Brouwer.

Scanned with OKEN Scanner

Din punctul de vedere al studiului prezent, una dintre realizările mari ale lui Brouwer este faptul că el a văzut că matematica — şi poate, aş adăuga eu, lumea a treia — este creată de om.

Ideea este atît de radical antiplatonică, încît este de înţeles faptul că Brouwer nu a văzut că ea poate fi combinată cu un gen de platonism. Am în vedere doctrina *autonomiei* (parţiale) a matematicii, şi a lumii a treia, aşa cum a fost schiţată în secţiunea 3 de mai sus.

O altă realizare mare a lui Brouwer, din punct de vedere filosofic, a fost antiformalismul său: recunoaşterea că obiectele matematice trebuie să existe înainte de a putea vorbi despre ele.

Dar să trec la critica soluţiei celor trei mari grupe de probleme ale filosofiei matematicii discutate mai înainte în această secţiune.

(1') *Probleme epistemologice:* intuiţia în general şi teoria timpului în particular.

Nu propun schimbarea numelui „Intuiţionism". Deoarece numele va fi păstrat fără îndoială, este mai important să se renunţe la filosofia eronată a intuiţiei ca o sursă infailibilă a cunoaşterii.

Nu există surse autoritare ale cunoaşterii şi nici o „sursă" nu este în mod cu totul special fermă* . Orice este binevenit ca sursă a inspiraţiei, inclusiv „intuiţia"; în special dacă ea ne sugerează noi probleme. Dar nimic nu este sigur, şi noi toţi sîntem supuşi erorii.

Pe lîngă aceasta, distincţia netă a lui Kant între intuiţie şi gîndirea discursivă nu poate fi susţinută. „Intuiţia", oricare ar fi, este în mare parte produsul dezvoltării noastre culturale şi al eforturilor noastre de gîndire discursivă. Ideea lui Kant a unui tip standard al intuiţiei pure comună nouă tuturor (poate nu animalelor, în ciuda unui echipament perceptiv similar) poate fi cu greu acceptată, pentru că, după ce ne-am instruit în gîndirea discursivă, pătrunderea noastră intuitivă devine absolut diferită de ceea ce a fost înainte.

---

* Am tratat această problemă mai pe larg în expunerea mea *Asupra surselor cunoaşterii şi ignoranţei*, care formează acum *Introducerea* la POPPER [1963].

Scanned with OKEN Scanner

Toate acestea se aplică la intuiţia noastră a timpului. Personal eu găsesc convingătoare relatarea lui Benjamin Lee Whorf asupra indienilor Hopi* şi asupra intuiţiei lor complet diferite a timpului. Dar, chiar dacă această relatare ar fi incorectă (ceea ce cred că este improbabil), ea ne indică posibilităţile pe care nici Kant, nici Brouwer nu le-au considerat. Dacă Whorf ar avea dreptate, atunci cuprinderea noastră intuitivă a timpului — maniera în care noi „vedem" relaţiile temporale — ar fi parţial dependentă de limbajul nostru şi de teoriile şi miturile încorporate în el: *intuiţia timpului proprie nouă europenilor datorează mult originilor greceşti ale civilizaţiei noastre, cu accentul lor pe gîndirea discursivă.*

În orice caz, intuiţia timpului se poate modifica în funcţie de modificarea teoriilor noastre. Intuiţiile lui Newton, Kant şi Laplace diferă de acelea ale lui Einstein, iar rolul timpului în fizica particulelor diferă de acela din fizica continuului în special din optică. Pe cînd fizica particulelor sugerează un moment neextins asemenea unui brici, un *punctum temporis* care desparte trecutul de viitor, şi astfel o coordonată temporală constînd dintr-un continuu de momente neextinse şi o lume ale cărei „stări" pot fi date pentru orice asemenea momente, situaţia în optică este foarte diferită. Tocmai după cum există reţele spaţial extinse în optică ale căror părţi cooperează la o distanţă considerabilă în spaţiu, la fel există evenimente temporal extinse (undele care posedă frecvenţe) ale căror părţi cooperează la o distanţă de timp considerabilă. Astfel, datorită opticii, *nu poate exista în fizică o stare a lumii la un moment al timpului.* Acest argument trebuie să producă, şi produce, o mare diferenţă în intuiţia noastră: ceea ce a fost numit darul înşelător al psihologiei nu este nici înşelător şi nici limitat la psihologie, ci este veritabil şi apare deja în fizică**.

---

* Comp. „An American Indian Model of the Universe", in WHORF [1956].

** Comp. GOMBRICH [1964], în special p. 297: „Dacă dorim să urmărim acest gînd în concluzia lui logică, *punctum temporis* nu se poate arăta ca un punct fără semnificaţie, deoarece lumina are o frecvenţă" (argumentul poate fi susţinut considerînd condiţiile de frontieră).

Scanned with OKEN Scanner

Astfel, nu numai că doctrina generală a intuiţiei ca sursă infailibilă a cunoaşterii este un mit, dar intuiţia noastră a timpului, mai special, reprezintă la fel un subiect al criticii şi corecţiei cum este, după Brouwer, intuiţia noastră a spaţiului.

Punctul principal aici îl datorez filosofiei matematicii a lui Lakatos. După aceasta, matematica se dezvoltă prin critica ghicirilor şi a demonstraţiilor neformale îndrăzneţe. Aceasta presupune formularea lor lingvistică şi, astfel, statutul lor în lumea a treia. Limbajul, la început doar un mijloc de comunicare a descrierilor obiectelor prelingvistice, devine astfel o *parte esenţială* a întreprinderii ştiinţifice, chiar în matematică, care, la rîndul ei, devine parte a lumii a treia. Şi există straturi sau nivele în limbaj (indiferent dacă ele sînt sau nu formalizate într-o ierarhie a metalimbajelor).

Dacă epistemologia intuiţionistă ar fi corectă, competenţa matematică n-ar constitui o problemă. (Dacă teoria lui Kant ar fi corectă, n-ar fi de înţeles de ce noi — sau mai precis Platon şi şcoala sa — am aşteptat atît de mult pe Euclid*. Totuşi ea este o problemă, întrucît chiar matematicienii intuiţionişti foarte competenţi pot să nu fie de acord asupra unor probleme dificile**.) Nu este necesar pentru noi să cercetăm cine are dreptate. Este suficient să arătăm că, din moment ce o construcţie intuiţionistă poate fi criticată, problema ridicată poate fi rezolvată numai *folosind într-un mod esenţial limbajul argumentativ*. Desigur, folosirea esenţială critică a limbajului nu ne angajează faţă de folosirea argumentelor interzise de matematica intuiţionistă (deşi există aici o problemă, cum vom arăta). Pentru moment, eu susţin doar atît: odată ce admisibilitatea unei construcţii matematice intuiţioniste propusă poate fi discutată — şi, desigur, ea poate fi discutată — limbajul devine mai mult decît mijloc de comunicare de

---

* Comp. remarca corespunzătoare asupra concepţiei aprioriste a lui Kant despre fizica newtoniană în POPPER [1963], cap. 2, paragraful la care este ataşată nota 63.

** Vezi comentariile lui S. C. Kleene în KLEENE and VESLEY [1965], p. 176—183, asupra lui BROUWER [1951], p. 357—358, pe care Kleene îl critică în spiritul notei lui Brouwer de la pagina 1 248 din Brouwer [1949].

Scanned with OKEN Scanner

care în principiu ne putem dispensa: el devine, mai degrabă, mediul indispensabil al discuţiei critice. Ca urmare, nu numai construcţia intuiţionistă este aceea „care este obiectivă în sensul că este nerelevant care subiect elaborează construcţia"*; mai de grabă, obiectivitatea, chiar a matematicii intuiţioniste, se întemeiază, cum se întîmplă cu întreaga ştiinţă, pe caracterul criticabil al argumentelor ei. Dar aceasta înseamnă că limbajul devine indispensabil ca mediu al argumentării, al discuţiei critice** .

Pentru acest motiv consider epistemologia subiectivistă brouweriană, şi justificarea filosofică a matematicii lui intuiţioniste, ca eronate. Există o interdependenţă între construcţie, critică, „intuiţie" şi chiar tradiţie, pe care el nu le ia în consideraţie.

Sînt, cu toate acestea, pregătit să admit că în însăşi concepţia sa eronată asupra statutului limbajului Brouwer a fost parţial corect. Deşi obiectivitatea întregii ştiinţe, inclusiv matematica, este inseparabil legată de criticabilitatea ei, şi, ca urmare de formularea ei lingvistică, Brouwer a avut dreptate în a reacţiona puternic împotriva tezei că matematica *nu este altceva* decît un joc lingvistic formal sau, altfel spus, că nu ar exista asemenea lucruri ca obiectele matematice extralingvistice; adică gînduri (sau, după concepţia mea, mai precis spus, conţinuturi ale gîndurilor). După cum insista el, discursul matematic este *asupra* acestor obiecte; şi în acest sens, limbajul matematic este secund acestor obiecte. Dar aceasta nu înseamnă că noi putem construi matematica fără limbaj: nu poate exista construcţie fără control critic constant şi nici control critic fără a da construcţiilor noastre formă lingvistică şi a le trata ca obiecte ale lumii a treia. Deşi lumea a treia nu este identică cu lumea formelor lingvistice, ea se naşte împreună cu limbajul argumentativ: ea este un subprodus al limbajului. Aceasta explică de ce, de îndată ce construcţiile noastre devin probleme sistematizate şi axiomatice, limbajul poate deveni de asemenea o problemă şi de ce formalizarea poate deveni o ramură a construcţiei matematice. Aceasta este, cred, ceea ce profesorul Myhill

---

* Heyting în LAKATOS [1967], p. 173.
** Comp. LAKATOS [1963–4], în special p. 229–235.

Scanned with OKEN Scanner

înţelegea atunci cînd spunea că *„formalizările noastre corectează intuiţiile pe cînd intuiţiile dau formă formalizărilor"** . Ceea ce face această remarcă demnă de a fi citată este în special faptul că ea, fiind făcută în legătură cu demonstraţia intuiţionistă brouweriană, mi se pare a oferi o corectare a epistemologiei lui Brouwer.

(2') *Problemele ontologice:* Faptul că obiectele matematicii îşi datorează existenţa lor în parte limbajului a fost uneori văzut de Brouwer însuşi. Astfel, el scria în 1924: „Matematica se întemeiază pe [*Der Mathematik liegt zugrund*] un şir nelimitat de semne sau simboluri [*Zeichen*] sau de şiruri finite de simboluri..."** . Aceasta nu trebuie înţeleasă ca o admitere a priorităţii limbajului: neîndoielnic, termenul crucial întrebuinţat de Brouwer este acela de „şir", şi ideea de şir se întemeiază pe intuiţia timpului şi pe construcţia fundată pe această intuiţie. Totuşi ea arată că Brouwer a fost conştient de faptul că semnele sau simbolurile erau necesare pentru realizarea construcţiei. După concepţia mea, gîndirea discursivă (adică şiruri de argumente lingvistice) are cea mai puternică influenţă asupra conştiinţei noastre a timpului şi asupra dezvoltării intuiţiei noastre a ordinii seriale. Aceasta nu se opune deloc constructivismului brouwerian, dar se opune subiectivismului şi mentalismului său. Deoarece obiectele matematicii pot deveni acum cetăţeni ai unei a treia lumi obiective, deşi originar construite de noi — lumea a treia se originează ca produsul nostru —, conţinuturile de gîndire aduc cu ele propriile lor consecinţe neintenţionate. Şirurile de numere naturale pe care le construim noi creează numerele prime — pe care noi le *descoperim* —, şi acestea la rîndul lor creează probleme pe care nu le-am imaginat niciodată. *În acest fel, descoperirea matematică devine posibilă.* Dealtfel, cele mai importante obiecte matematice pe care le descoperim — cei mai productivi cetăţeni ai lumii a treia — sînt *problemele* şi genurile noi de *argumente critice.* Astfel apare un nou gen de existenţă matematică: existenţa problemelor; şi un nou gen de in-

---

* J. MYHILL [1967], p. 175 (subl. ns.); vezi, de asemenea, LAKATOS [1763—4].

** BROUWER [1924], p. 244.

tuiţie: intuiţia care ne face să vedem problemele şi să le înţelegem înainte de a le rezolva (să ne gîndim la problema centrală a lui Brouwer, problema continuului).

Maniera în care limbajul şi gîndirea discursivă interacţionează cu construcţiile intuitive mai imediate (o interacţiune care, incidental, distruge acel ideal al certitudinii absolute prin evidenţă pe care construcţia intuitivă se presupunea că îl realizează) a fost descrisă în cea mai clarificatoare modalitate de către Heyting. Voi cita începutul unui pasaj din lucrările lui de care eu am fost nu numai stimulat, ci şi încurajat: „S-a demonstrat a nu fi intuitiv clar ce anume este intuitiv clar în matematică. Este chiar posibil să se construiască o scară descendentă a gradelor de evidenţă. Cel mai înalt grad este acela al unor aserţiuni ca $2 \times 2 = 4$; $1\,002 + 2 = 1\,004$ aparţine unui grad inferior: arătăm aceasta nu prin numărarea reală, ci prin raţionamente care arată că în general $(n + 2) + 2 = n + 4$... [Enunţurile de acest fel] au deja caracterul unei implicaţii: «Dacă un număr natural n este construit, atunci putem efectua construcţia exprimată prin $(n + 2) + 2 = n + 4$»"*. În contextul nostru prezent, „gradele de evidenţă" ale lui Heyting sînt de un interes secundar. Ceea ce este în primul rînd important este analiza sa minunat de simplă şi clară a jocului inevitabil între construcţia intuitivă şi formularea lingvistică care ne conduce necesarmente la raţionamentul discursiv — şi, de aceea, logic. Ideea aceasta este subliniată de Heyting atunci cînd el continuă: „Acest nivel este formalizat în calculul fără variabile".

Un ultim cuvînt poate fi spus despre Brouwer şi platonismul matematic. Autonomia lumii a treia nu se poate nega, şi cu ea, ecuaţia lui Brouwer „*esse* = *construi*" trebuie înlăturată; *cel puţin* pentru probleme. Aceasta ne poate conduce să privim din nou problema logicii intuiţioniste: *fără a înlătura standardele intuiţioniste ale demonstraţiei*, ar putea fi important pentru discuţia critică raţională să se distingă net între o teză şi evidenţa pentru ea. Dar această distincţie este distrusă de logica intuiţionis-

---

* Comp. HEYTING [1962], p. 195.

tă care rezultă din *amestecul evidenței sau demonstrației cu aserțiunea de demonstrat**.

(3') *Problemele metodologice:* Motivul original al matematicii intuiționiste a lui Brouwer a fost securitatea: căutarea unor metode sigure de demonstrație, de fapt a unor metode infailibile. Dacă dorești demonstrații mai asigurate, trebuie să fii mai sever cu privire la admisibilitatea argumentului demonstrativ: trebuie să folosești mijloace mai slabe, ipoteze mai slabe. Brouwer s-a limitat la folosirea mijloacelor logice care erau mai slabe decît acelea ale logicii clasice**. A demonstra o teoremă prin mijloace mai slabe este (și a fost întotdeauna) o sarcină foarte interesantă și una din marile surse ale problemelor matematice. De aici interesul metodologiei intuiționiste.

Dar eu sugerez că aceasta se referă numai la demonstrații. Pentru critică, pentru respingere nu avem nevoie de o logică săracă. Pe cînd un organon al demonstrației trebuie păstrat slab, un organon al criticii trebuie să fie tare. În critică nu dorim să ne limităm în demonstrarea imposibilităților: nu cerem infailibilitate pentru critica noastră și adesea ne mulțumim dacă putem să arătăm că o anumită teorie are consecințe neintuitive. Într-un organon al criticii, caracterul slab și economia nu sînt virtuți, întrucît este o virtute a unei teorii ca ea să reziste la o critică puternică. (Mi se pare de aceea plauzibil ca în dezbaterea critică — metadezbaterea — asupra validității unei construcții intuiționiste, folosirea întregii logici clasice să fie admisibilă.)

7. SUBIECTIVISMUL ÎN LOGICĂ, TEORIA PROBABILITĂȚII ȘI ȘTIINȚA

În sensul celor spuse în secțiunea 5, în special asupra empirismului, nu este surprinzător că negarea lumii a treia — și, ca urmare, existența unei epistemologii subiec-

---

* Comp. secțiunea 5.4. de mai sus.

** Această remarcă are loc numai pentru *logica* intuiționistă, care este o parte a logicii clasice, pe cînd matematica intuiționistă nu este o parte a matematicii clasice; vezi în special remarcile lui Kleene asupra „principiului lui Brouwer", în KLEENE and VESLEY [1965], p. 70.

tiviste — este încă răspîndită în gîndirea contemporană. Chiar acolo unde nu există vreo conexiune cu matematica lui Brouwer, există adesea tendinţe subiectiviste care se ascund în cadrul unor teorii speciale diferite. Mă voi referi la unele asemenea tendinţe în logică, teoria probabilităţii şi ştiinţa fizică.

7.1. *Logica epistemică*

Logica epistemică are de-a face cu asemenea formule ca „*a* cunoaşte *p*" sau „*a* cunoaşte că *p*" şi „*a* crede *p*", sau „*a* crede că *p*". Acestea se simbolizează de obicei prin „*Kap*" sau „*Bap*", unde „*K*" şi respectiv „*B*" stau pentru relaţiile „a cunoaşte" sau „a crede" şi unde *a* este subiectul cunoscător sau cel care crede şi *p* propoziţia sau starea de lucruri cunoscută sau crezută.

Prima mea teză din secţiunea 1 implică faptul că acestea nu au nimic de-a face cu cunoaşterea ştiinţifică: că omul de ştiinţă, pe care-l voi numi „S", nici nu cunoaşte nici nu crede. Ce face el ? Voi da o foarte scurtă listă:

„S încearcă să înţeleagă *p*"
„S încearcă să se gîndească la alternativele lui *p*"
„S încearcă să se gîndească la criticile lui *p*"
„S propune un test experimental pentru *p*"
„S încearcă să axiomatizeze *p*"
„S încearcă să deriveze *q* din *p*"
„S încearcă să arate că *p* nu este derivabil din *q*"
„S propune o nouă problemă *x* care se naşte din *p*"
„S propune o nouă soluţie la problema *x* care se naşte din *p*"
„S critică ultima sa soluţie la problema *x*".

Această listă se poate extinde mereu. Ea este, din punctul de vedere al caracteristicilor ei, foarte departe de „S cunoaşte *p*" sau „S crede *p*", sau chiar „S crede eronat *p*", sau „S se îndoieşte de *p*". De fapt, este un lucru important că ne putem îndoi fără critică şi că putem critica fără a ne îndoi. (Că noi putem face astfel a fost indicat de Poincaré în *Science and hypothesis*, care ar putea fi opus în această privinţă lui Russell din *Our knowledge of the external world*.)

Scanned with OKEN Scanner

7.2. *Teoria probabilității*

Nicăieri nu a fost susținută mai puternic epistemologia subiectivistă ca în domeniul calculului probabilității. Acest calcul este o generalizare a algebrei booleene (și astfel a logicii propozițiilor). El este interpretat încă de mulți într-un sens subiectiv, ca un *calcul al ignoranței, sau al cunoașterii subiective incerte*, dar aceasta conduce la a interpreta algebra booleană, incluzînd calculul propozițiilor, ca un calcul al cunoașterii certe — al cunoașterii certe *în sens subiectiv*. Aceasta e o consecință pe care puțini bayesieni (cum se numesc acum aderenții interpretării subiective a calculului probabilității) ar putea-o spera.

Am combătut această interpretare subiectivă a calculului probabilității de 33 de ani. Fundamental, ea se naște din aceeași filosofie epistemică care atribuie enunțului „Eu cunosc că zăpada este albă" o mai mare demnitate epistemică decît enunțului „Zăpada este albă".

Nu văd nici o rațiune de ce noi nu trebuie să atribuim încă o mai mare demnitate epistemică enunțului „în lumina evidenței totale de care dispun, eu cred că este rațional să cred că zăpada este albă". Același lucru s-ar putea întîmpla, desigur, cu enunțurile probabiliste.

7.3. *Știința fizică*

Abordarea subiectivă a înaintat mult în știință în jurul anului 1926. La început ea a atins mecanica cuantică. Aici a devenit atît de puternică, încît oponenții ei au fost considerați ca niște imbecili care trebuiau pe drept reduși la tăcere. Apoi ea a atins mecanica statistică. Aici Szilard propunea în 1929 concepția universal acceptată după care noi trebuie să plătim pentru informația subiectivă cu creșterea entropiei fizice; aceasta a fost interpretată ca o demonstrație a faptului că entropia fizică este lipsă de cunoaștere și, astfel, ea reprezintă un concept subiectiv, în acest sens cunoașterea sau informația ar fi echivalente cu negentropia fizică. Această dezvoltare a fost acompaniată de dezvoltările paralele din teoria informației, care a început ca o teorie perfect obiectivă a canalelor de comuni-

Scanned with OKEN Scanner

caţie, dar a fost unită ulterior cu conceptul subiectivist de informaţie al lui Szilard.

Astfel, teoria subiectivă a cunoaşterii a pătruns în ştiinţă pe un front larg. Punctul de intrare originar a fost teoria subiectivă a probabilităţii. Dar răul s-a răspîndit în mecanica statistică, teoria entropiei, în mecanica cuantică şi în teoria informaţiei.

Nu este, desigur, posibil să respingem în această prelegere toate aceste teorii subiectiviste. Eu nu pot face mai mult decît să menţionez că le-am combătut mulţi ani (cel mai recent în 1967). Dar nu nutresc nici o iluzie. Vor mai trece încă mulţi ani înainte ca să se schimbe curentul, dacă acest fapt se va întîmpla vreodată.

Voi mai face numai două observaţii finale.

Prima, voi încerca să indic cum ar apărea epistemologia sau logica descoperirii dintr-un punct de vedere obiectivist şi cum ar putea ea să fie capabilă să arunce o anumită lumină asupra biologiei descoperirii.

A doua, voi încerca să indic, în ultima secţiune a expunerii, cum se prezintă psihologia descoperirii din acelaşi punct de vedere obiectivist.

8. LOGICA ŞI BIOLOGIA DESCOPERIRII

Epistemologia devine, dintr-un punct de vedere obiectivist, teoria creşterii cunoaşterii. Ea devine teoria rezolvării problemelor, sau, cu alţi termeni, teoria construcţiei discuţiei critice, evaluării şi testării critice a teoriilor conjecturale competitive.

Cred acum că în raport cu teoriile competitive este poate mai bine să vorbim de „evaluarea" sau „aprecierea" lor, sau de „preferinţă" pentru una dintre ele, mai degrabă decît de „acceptarea" lor. De notat că aici cuvintele contează. Folosirea lui „acceptare" nu produce vreun rău atîta timp cît se reţine că orice acceptare este tentativă şi, asemenea credinţei, este de o semnificaţie trecătoare şi personală mai degrabă decît obiectivă şi impersonală*.

---

* De exemplu, nu am vreo obiecţie la utilizarea lui Lakatos a termenilor „acceptare$_1$" şi „acceptare$_2$" în lucrarea sa *Schimbări în problema logicii inductive*, § 3 (LAKATOS [1968]).

Scanned with OKEN Scanner

Evaluarea sau aprecierea teoriilor competitive este parţial anterioară testării (*a priori*, dacă doriţi, deşi nu în sensul kantian al termenului, care înseamnă „*a priori* valid") şi parţial posterioară testării (*a posteriori*, din nou într-un sens care nu implică validitate). De asemenea, anterior testării este conţinutul (empiric) al unei teorii care este strîns legat de puterea ei explicativă (virtuală), adică puterea ei de a rezolva probleme preexistente — acele probleme care dau naştere teoriei şi în raport cu care teoriile sînt *teorii competitive*.

Numai în raport cu o anumită mulţime preexistentă de probleme pot fi evaluate *(a priori)* teoriile şi se pot compara valorile lor. Aşa-numita simplicitate a lor poate fi de asemenea comparată numai în raport cu problemele în soluţionarea cărora ele sînt competitive.

Conţinutul şi puterea explicativă virtuală sînt cele mai importante idei regulative pentru aprecierea *a priori* a teoriilor. Ele sînt strîns legate de gradul lor de testabilitate.

Cea mai importantă idee pentru aprecierea *a posteriori* a teoriilor este adevărul lor sau, întrucît avem nevoie de un concept comparativ mai accesibil, ceea ce eu am numit „apropierea de adevăr" sau „verosimilitudine"*. Este important faptul că, pe cînd o teorie fără conţinut poate fi adevărată (cum este tautologia), verosimilitudinea se bazează pe ideea regulativă a conţinutului de adevăr, adică pe ideea cantităţii consecinţelor adevărate interesante şi importante ale unei teorii. Astfel, o tautologie, deşi adevărată, are un *conţinut de adevăr (truth content)* zero şi zero verosimilitudine. Ea are, desigur, probabilitatea *unu*. În general vorbind, conţinutul, testabilitatea şi verosimilitudinea** pot fi măsurate prin *im*probabilitate.

Evaluarea *a posteriori* a unei teorii depinde în întregime de maniera în care rezistă testelor severe şi ingenioase. Dar testele severe, la rîndul lor, presupun un înalt

---

* Vezi POPPER [1963], în special cap. 10, secţiunea 3 şi addenda 6; de asemenea POPPER [1962 a], în special p. 292.

** Vezi POPPER, *A theorem of truth content*, în FEYERABEND and MAXWELL [1966].

Scanned with OKEN Scanner

grad de testabilitate *a priori* sau conținut. Astfel, evaluarea *a posteriori* a unei teorii depinde mult de valoarea ei *a priori*: teoriile care sînt *a priori* neinteresante — cu un conținut mic — nu trebuie testate, deoarece gradul lor scăzut de testabilitate exclude *a priori* posibilitatea ca ele să fie supuse testelor realmente semnificante și interesante.

Pe de altă parte, teoriile cu un grad înalt de testabilitate sînt interesante și importante chiar dacă ele nu reușesc să depășească testele; putem învăța imens din eșecul lor. Eșecul lor poate fi fructuos, deoarece el poate realmente sugera cum să fie construită o teorie mai bună.

Totuși toată această insistare asupra importanței fundamentale a evaluării *a priori* poate fi interpretată ca datorată, în ultimă instanță, interesului nostru în valorile *a posteriori* înalte — în obținerea teoriilor care au un înalt conținut de adevăr și verosimilitudine, deși ele rămîn, desigur, întotdeauna conjecturale sau ipotetice sau tentative. Ceea ce dorim sînt teorii care nu sînt doar intelectual interesante și superior testabile, ci și care au trecut realmente de teste severe mai bine decît competitoarele lor; care rezolvă astfel problemele lor mai bine; și care, în cazul în care caracterul lor conjectural, devine manifest prin respingerea lor, generează probleme noi, neașteptate și fructuoase.

Astfel putem spune că știința începe cu problemele și continuă cu teoriile competitive pe care le evaluează *critic*. În special este semnificativă evaluarea verosimilitudinii lor. Aceasta cere teste critice severe, și de aceea presupune un grad înalt de testabilitate, care este dependent de conținutul unei teorii, și de aceea poate fi evaluat *a priori*.

În multe cazuri, și în cele mai interesante cazuri, teoria va fi înfrîntă și astfel apar noi probleme. Progresul realizat poate fi stabilit prin deosebirea intelectuală între problema originală și noua problemă care a rezultat din dărîmarea teoriei.

Acest ciclu se poate descrie din nou prin diagrama noastră în mod repetat folosită:

$$P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2,$$

Scanned with OKEN Scanner

adică: problema P_1 — teorie tentativă — eliminare evaluativă — problema P_2.

Evaluarea este întotdeauna *critică*, şi scopul ei este *descoperirea* şi *eliminarea erorii*. Creşterea cunoaşterii — şi astfel procesul de învăţare — nu este un proces de repetiţie sau cumulativ, ci unul de eliminare a erorii. El este o selecţie darviniană, mai degrabă decît o instrucţie lamarckiană.

Aceasta este o descriere sumară a epistemologiei dintr-un punct de vedere obiectiv: metoda, sau logi a avînd ca obiectiv creşterea cunoaşterii obiective. Dar, deşi ea descrie creşterea celei de-a treia lumi, ea poate fi interpretată ca o descriere a evoluţiei biologice. Animalele şi chiar plantele sînt fiinţe care rezolvă probleme. Şi ele rezolvă problemele lor prin metoda soluţiilor competitive şi a eliminării erorilor.

Soluţiile tentative pe care animalele şi plantele le încorporează în anatomia lor şi în comportamentul lor sînt analogii biologici ai teoriilor; şi *viceversa*: teoriile corespund, cum fac unele produse exosomatice cum ar fi fagurii de miere, şi în special instrumentele exosomatice, cum ar fi pînza de păianjen, organelor endosomatice şi modurilor lor de funcţionare. Întocmai asemenea teoriilor, organele şi funcţiile lor sînt adaptări tentative la lumea în care trăim. Şi tocmai asemenea teoriilor sau instrumentelor, organe noi şi funcţiile lor, şi de asemenea noile genuri de comportament, îşi exercită influenţa lor asupra lumii întîi, pe care o pot ajuta să se modifice. (O nouă soluţie tentativă — o teorie, un organ, un nou gen de comportare — poate descoperi o nouă nişă ecologică virtuală şi astfel poate transforma o nişă virtuală într-una reală.) Comportamentul organelor poate duce, de asemenea, la emergenţa a noi probleme. În acest fel ele pot influenţa cursul viitor al evoluţiei, incluzînd emergenţa unor noi valori biologice.

Toate acestea au loc, în special, pentru organele de simţ. Ele încorporează, mai special, aşteptări de genul teoriilor. Organele de simţ, ca ochiul, sînt pregătite să reacţioneze la anumite evenimente selecţionate, din mediul înconjurător. Asemenea teoriilor (şi prejudecăţilor), ele vor fi în general oarbe la altele: la acelea pe care ele nu

Scanned with OKEN Scanner

le înţeleg, pe care nu le pot interpreta (deoarece ele nu corespund nici unei probleme specifice pe care organismul încearcă s-o rezolve)*.

Epistemologia clasică care consideră percepţiile noastre sensibile ca „date", ca „datul" din care se construiesc teoriile prin anumite procese de inducţie, poate fi descrisă ca predarviniană. Ea nu poate da seama de faptul că datele invocate sînt de fapt reacţii adaptative şi, prin urmare, interpretări care încorporează teorii şi prejudecăţi şi care, asemenea teoriilor, sînt impregnate cu aşteptări conjecturale; că nu poate exista percepţie pură, dat pur; de asemenea, nu poate exista limbaj observaţional pur, întrucît toate limbajele sînt impregnate cu teorii şi mituri. La fel cum ochii noştri sînt orbi la invizibil sau neaşteptat, la fel limbajele noastre sînt incapabile să le descrie pe acestea (deşi limbajele noastre se pot îmbogăţi — ca şi organele noastre de simţ, atît endosomatic cît şi exosomatic).

Această considerare a faptului că teoriile sau aşteptările sînt prezente în chiar organele noastre de simţ demonstrează faptul că epistemologia inducţiei eşuează chiar înainte de a fi făcut primul ei pas. Ea nu poate pleca de la datele sensibile sau de la percepţii şi să construiască pe ele teoriile, deoarece nu există asemenea lucruri ca date sensibile sau percepţii care să nu fie construite pe teorii (sau aşteptări, adică predecesori ai teoriilor lingvistic formulate). Astfel, „datele" nu sînt baza şi nici garanţia teoriilor: ele nu sînt mai sigure decît oricare dintre teoriile sau „prejudecăţile" noastre, ci, dacă există (admiţînd de dragul argumentării că datele sensibile există şi nu sînt invenţiile filosofilor), sînt mai puţin sigure. Organele de simţ încorporează echivalentul teoriilor primitive şi necritic acceptate, care sînt mai puţin testate decît teoriile ştiinţifice. Dealtfel, nu există un limbaj independent de teorie (*theory-free language*) pentru a descrie datele, deoarece miturile (adică teoriile primitive) apar deodată cu limbajul. Nu există lucruri vii, animale sau plante, fără probleme şi soluţii tentative, care sînt echivalente teoriilor; deşi poate exista,

---

* Vezi remarcile mele în LAKATOS and MUSGRAVE [1968], p. 163.

Scanned with OKEN Scanner

sau aşa mi se pare, viaţă fără date sensibile (cel puţin la plante).

Astfel viaţa procedează, asemenea descoperirii ştiinţifice, de la problemele vechi la descoperirea de probleme noi şi neimaginate. Şi acest procedeu — al invenţiei şi selecţiei — conţine în sine o teorie raţională a emergenţei. Paşii emergenţei care duc la un nou nivel sînt în primul rînd noile probleme (P_2) care sînt create prin eliminarea erorii (EE) unei soluţii teoretice tentative (TT) a unei vechi probleme (P_1).

9. DESCOPERIREA, UMANISMUL ŞI AUTOTRANSCENDENŢA

Pentru un umanist, abordarea noastră este importantă întrucît ea sugerează o nouă modalitate de a privi relaţia dintre noi, subiecţii, şi obiectul aspiraţiilor noastre: creşterea cunoaşterii obiective, creşterea lumii a treia.

Vechea abordare subiectivă, interpretînd cunoaşterea ca o relaţie între mintea subiectivă şi obiectul cunoscut — o relaţie numită de Russell „credinţă" sau „judecată" —, consideră aceste lucruri pe care eu le privesc drept cunoaştere obiectivă ca *manifestări sau expresii* ale stărilor mentale (sau ca comportamentul corespunzător). Această abordare poate fi descrisă ca un *expresionism epistemologic*, deoarece ea este foarte apropiată teoriei expresioniste asupra artei. O operă a omului e privită ca expresia stării lui interioare: accentul e în întregime pus asupra relaţiei cauzale şi asupra faptului admis, dar supraestimat, că lumea cunoaşterii obiective, asemenea lumii picturii sau muzicii, este creată de om.

Această concepţie trebuie înlocuită cu una foarte diferită. Trebuie admis că lumea a treia, lumea cunoaşterii obiective (sau mai general a spiritului obiectiv), este produsul omului. Dar trebuie accentuat că această lume există într-o mare măsură autonom: că ea generează propriile ei probleme, în special acelea conectate cu metodele creşterii, şi că impactul ei asupra oricăruia dintre noi, chiar asupra celor mai originali şi creativi gînditori, depăşeşte cu mult impactul pe care îl avem oricare dintre noi asupra ei.

Scanned with OKEN Scanner

Dar ar fi o greşeală să lăsăm lucrurile aici. Faptul pe care-l cred cel mai important nu-l constituie autonomia pură şi caracterul anonim al lumii a treia sau faptul indiscutabil foarte important că noi întotdeauna datorăm aproape totul predecesorilor noştri şi tradiţiei pe care ei au creat-o, adică mintea noastră subiectivă, practica modurilor de gîndire critice şi autocritice. Mai important decît toate acestea este, sugerez eu, relaţia dintre noi înşine şi opera noastră şi ceea ce poate fi obţinut pentru noi din aceste relaţii.

Expresionistul crede că tot ceea ce poate să facă el este să-şi lase talentul său, înzestrările lui să se exprime în opera sa. Rezultatul este bun sau rău, în conformitate cu starea mentală sau psihologică a celui ce lucrează.

Împotriva acestuia eu sugerez că totul depinde de ceea ce dăm şi luăm în raportul nostru cu opera noastră; de produsul cu care noi contribuim la lumea a treia şi de acest constant *feed-back* care poate fi amplificat prin autocritică. Lucrul incredibil asupra vieţii, evoluţiei şi creşterii mentale este tocmai această metodă a schimbului, această interacţiune dintre acţiunile noastre şi rezultatele lor prin care noi în mod constant ne transcendem pe noi înşine, talentele noastre, înzestrările noastre.

Această autotranscendenţă este cel mai izbitor şi mai important fapt al întregii vieţi şi al evoluţiei, şi, în special, al evoluţiei umane.

În stadiile ei preumane, ea este mai puţin evidentă şi astfel ea poate fi într-adevăr greşit luată ca un gen de autoexpresie. Dar la nivelul uman, autotranscendenţa poate fi subestimată numai printr-un efort real. Aşa cum se întîmplă cu copiii noştri, la fel se întîmplă şi cu teoriile noastre: putem cîştiga de la ele o cantitate mai mare de cunoaştere decît noi le-am comunicat original.

Procesul învăţării, al creşterii cunoaşterii subiective, este întotdeauna fundamental acelaşi. El este *critică imaginativă*. În acest fel noi transcendem mediul nostru local şi temporal încercînd să gîndim asupra circumstanţelor care *depăşesc* experienţa noastră: prin critica universalităţii sau a necesităţii structurale, sau a ceea ce poate să ne apară (sau ceea ce filosofii pot descrie) ca „dat" sau „deprindere", încercînd să găsim, să construim, să inven-

Scanned with OKEN Scanner

tăm noi situații — adică situații-test, situații-*critice*; și prin încercarea de a localiza, detecta și provoca prejudecățile și supozițiile noastre obișnuite.

În acest fel ne ridicăm pe propriile noastre picioare din mlaștina ignoranței noastre; astfel aruncăm o frînghie în aer și apoi ne cățărăm pe ea — dacă ea oferă o achiziție, oricît de precară, o crenguță oricît de mică.

Ceea ce face ca eforturile noastre să difere de acelea ale amibei este numai faptul că frînghia noastră poate da un punct de sprijin într-o a treia lume a discuției critice: o lume a limbajului, a cunoașterii obiective. Aceasta ne dă posibilitatea să respingem unele dintre teoriile noastre competitive. Astfel, dacă sîntem norocoși, putem să reușim să supraviețuim uneia dintre teoriile noastre greșite (și multe dintre ele sînt greșite), pe cînd amiba va pieri cu teoria ei, cu credința ei, cu deprinderile ei.

Văzută în această perspectivă, viața este descoperire — descoperirea de noi fapte, de noi posibilități prin încercarea posibilităților concepute în imaginația noastră. La nivelul uman, această încercare se realizează aproape în întregime în lumea a treia, prin încercările de a reprezenta, în teoriile acestei lumi, lumea noastră primă și, poate, lumea a doua, cu un succes din ce în ce mai mare; prin încercarea de a ne apropia de adevăr — de un adevăr deplin, mai complet, mai interesant, mai puternic și relevant, relevant pentru problemele noastre.

Ceea ce s-ar putea numi lumea a doua — lumea minții — devine, la nivelul uman, din ce în ce mai mult legătura între prima și a treia lume: toate acțiunile noastre în lumea întîi sînt influențate de pătrunderea noastră subiectivă a lumii a treia. De aceea este imposibil să se înțeleagă mintea umană, fără a înțelege lumea a treia, lumea obiectivă sau „spirituală"; și de aceea este imposibil să se interpreteze lumea a treia numai ca o expresie a celei de-a doua sau a doua numai ca reflectare a celei de-a treia.

Există trei sensuri ale verbului „a învăța" care au fost insuficient distinse de teoreticienii învățării: „a descoperi"; „a imita"; „a deprinde". Toate trei pot fi considerate ca forme ale descoperirii și toate trei operează cu metode ale încercării și erorii care conțin un element de întîmplare (nu prea important și în mod uzual supraesti-

mat). „A deprinde" conţine un minimum de descoperire, dar ea pregăteşte viitoarele descoperiri; şi caracterul ei aparent de repetiţie este eronat.

În toate aceste maniere deosebite de învăţare sau de achiziţie sau de producere a cunoaşterii, metoda este darviniană mai degrabă decît lamarckiană. Este selecţie mai degrabă decît instrucţie. Dar selecţia este o spadă cu două tăişuri: nu numai mediul este acela care ne selecţionează şi modifică, ci şi noi selectăm şi modificăm mediul. La nivelul uman realizăm acest fapt prin cooperare cu o lume nouă, în întregime obiectivă — lumea a treia, lumea cunoaşterii obiective tentative, care conţine noi obiective şi valori obiective tentative. Noi nu modelăm sau „instruim" această lume exprimînd în ea starea minţii noastre; nici ea nu ne instruieşte pe noi: împreună, noi înşine şi lumea a treia, creştem prin luptă reciprocă şi selecţie. Aceasta, mi se pare, se realizează la nivelul enzimelor şi al genei — s-ar putea face conjectura că codul genetic operează prin selecţie sau respingere mai degrabă decît prin instrucţie şi comandă — şi la toate nivelele, pînă la limbajul articulat şi critic al teoriilor noastre.

REFERINŢE BIBLIOGRAFICE

Aristotel, *Metaphysics.*

Aristotel, *De Anima.*

Berkeley, *Three dialogues between Hylas and Philonous,* în *Works,* eds. Luce and Jessop, vol. II (1949).

Bolzano, B., *Wissenschaftshehre* (1837).

Brouwer, L. E. J., *Inaugural lecture,* 14 october 1912; trad. A. Dresdea, *Bull. Am. Math. Soc.,* 20 (1914), 81—96.

* * * *Math. An.* 93 (1924).

* * * *Consciousness, philosophy and mathematics,* în *Proc. 10-th Intern. Congress of Philosophy* (1949), vol. 1, fasc. II.

* * * *„On order in the continuum, and the relation of truth to non-contradictority", Kon. Ned. Acad. Recht. Wet Proc. Sect. Sci.,* 54 (1951).

Bühler, K. *Sprachtheorie* (1934).

Descartes, R. *Discours de la méthode* (1937), transl. E. S. Haldane and G.R.T. Ross, vol. 1 (1931).

Scanned with OKEN Scanner

Ducasse, C. J., *J. Phil.*, 37 (1940).

Feyerabend and Maxwell (eds.), *Mind, matter and method, essays in philosophy and science in honor of Herbert Feigl* (1966).

Frege, G., *Über Sinn und Bedeutung*, *Z. Phil. and phil. Kritik*, 100 (1892), 25—50.

* * * *Review of Husserl [1891]*, *Z. Phil. and phil. Kritik*, 103 (1894), 313—332.

Gombrich, E. H., *Moment and movement in art*, J. Warburg and Court. Inst. 27 (1964).

Gompertz, H., *Weltanschanungslehre*, vol. II/1 (1908).

* * * *Über Sinn und Sinngebilde. Verstehen und Erkennen* (1929).

Hayek, F. A., *The constitution of liberty* (1961).

* * * *Studies in philosophy, politics and economics* (1967).

Hegel, G. W. F., *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften* (3-ed., 1830).

Heinemann, F., *Plotin* (1921).

Henry, P., *Plotinus place in the history of Thought*, în *Plotinus, the enneads*, transl. S. Mackenna (2nd ed., 1956).

Heyting, A., *After thirty Years*, în *Logic, methodology and philosophy of science*, ed. by E. Nagel, P. Suppes, A. Tarski (1962), p. 194 ff.

* * * *Intuitionism* (1966).

* * * *Informal rigour and intuitionism*, în LAKATOS [1967].

Husserl, E., *Philosophie der Arithmetik* (1891).

* * * *Logische Untersuchungen*, vol. I (2nd ed., 1913).

Kant, I., *Kritik der reinen Vernuft* (1-ed. 1770, second ed. 1778).

Kleene, S. C. and R. Vesley, *The foundations of intuitionistic mathematics* (Amsterdam, North-Holland Publ. Co., 1963).

Lakatos, I., *Proofs and refutations* (Brit. J. Phil. of Sci., 14 1963—1964).

* * * (ed.) *Problems of the philosophy of mathematics* (Amsterdam, North-Holland Publ. Co., 1967).

* * * (ed.) *The Problem in Inductive Logic*, Amsterdam, North-Holland, 1968.

Lakatos, I. and A. Musgrave (eds), *Problems in the philosophy of science* (Amsterdam, North-Holland Publ. Co,, 1968).

Myhill, J., *Remarks on continuity and the thinking subject*, în LAKATOS [1967].

Plato, *Phaedo*.

Plotinus, *Enneades*, ed. R. Volkmann (1883, 1884).

Scanned with OKEN Scanner

Popper, K., *Logik der Forschung* (1934), *The logic of scientific discovery* (1959 şi ediţiile următoare).

* * * *The poverty of historicism* (2nd-ed, 1960).

* * * *The open society and its enemies* (4-ed, 1962).

* * * *Truth and the growth of knowledge*, în *Logic, methodology and philosophy of science*, eds E. Nagel, P. Suppes and A. Tarski (1962 a).

* * * *Conjectures and refutations* (1963 şi ediţiile următoare).

* * * *Of clouds and clocks* (1966).

* * * *Quantum mechanics without the „observer"*, în *Quantum theory and reality*, ed. M. Bunge (1967).

Russell, B., *On the nature of truth*, în *Aristotelian Soc. Proc.* 7 (1906—1907), p. 28—49.

* * * *Philosophical essays* (1910).

* * * *Introduction to Wittgenstein's Tractatus* (1922).

Watkins, J. W. N., *Hobbes's system of ideas* (1965).

Whorf, B. L., *Language, thought and reality* (1956).

Wittgenstein, L., *Tractatus logico-philosophicus* (1922).

Scanned with OKEN Scanner

EXPERIMENTUL IDEAL ȘI PROBLEMA FORMĂRII CUNOAȘTERII TEORETICE*

M. V. MOSTEPANENKO

În fizică a apărut de multă vreme și a căpătat o largă răspîndire o metodă științifică de cercetare, numită mai tîrziu „experimentul ideal". Încă din timpul formării ideilor de bază ale primei teorii fizice — mecanica —, experiențele ideale au fost adesea folosite de Galilei[1]. Este în general cunoscut rolul experimentelor ideale în cercetările lui A. Einstein, W. Heisenberg și ale altor fizicieni contemporani. Deosebit de clar a apărut necesitatea experimentelor ideale în procesul construirii teoriei în creația științifică a lui Einstein. După cum se știe, toate ipotezele și principiile sale au fost introduse pe baza unor experimente ideale. Astfel, la baza teoriei speciale a relativității stă experimentul ideal asupra determinării simultaneității; ipotezele fundamentale ale teoriei generale a relativității se întemeiază pe experimentele ideale asupra cutiilor în cădere liberă[2]; divergențele lui principiale cu N. Bohr în problemele mecanicii cuantice se întemeiau, de asemenea, pe o serie de experimente ideale[3].

Întrucît experimentele ideale se folosesc și se examinează, de regulă, în cadrul încercărilor de a rezolva problemele teoretice principiale, trebuie să recunoaștem că ele reprezintă unul dintre cele mai importante instrumente ale cercetării teoretice.

În același timp, metoda experimentului ideal nu a primit încă o evaluare corespunzătoare. În metodologia cunoașterii științifice nu i se acordă suficientă atenție.

---

* „Voprosî filosofii", nr. 2, 1973.

Pînă acum nu există o înţelegere unitară a esenţei experimentelor ideale, iar unii autori neagă în general valoarea cognitivă proprie a experimentului ideal, reducîndu-l la un gen special de ilustrare[4].

Înainte de toate trebuie să recunoaştem că experimentele ideale nu trebuie corelate cu nivelul empiric al cercetării ştiinţifice. Este complet incorect să se considere că experienţa ideală s-ar reduce numai la studierea unui experiment real[5] sau la continuarea lui mintală „economică"[6].

Pe de altă parte, nu trebuie redusă experienţa ideală numai la o operaţie logică fără a se lua în seamă semnificaţia ei fizică[7]. Dintre definiţiile pe care le întîlnim în literatura noastră, cea mai corectă este aceea care interpretează experienţa ideală ca un raţionament teoretic căruia i se dă forma experimentului[8]. Dar, incluzînd experienţele ideale în cadrul metodelor teoretice, puţini dintre cercetători înţeleg corect specificul, esenţa şi valoarea experimentului ideal ca un instrument deosebit al cunoaşterii teoretice. Astfel, o serie de autori consideră că rolul experienţelor ideale se reduce la extinderea fundamentelor teoriei cu ajutorul reprezentărilor perceptive, legate de experienţele reale[9], neapreciind rolul experimentelor ideale în formarea şi dezvoltarea fundamentelor teoriei cu mijloace logice. Mai corect în această privinţă este punctul de vedere al lui L.O. Valt. Considerînd experimentele ideale ca un instrument special al cercetării teoretice neformalizate, L. O. Valt vede specificul experimentului ideal în ridicarea gîndirii de la abstract la concret[10]. Un asemenea proces nu este, după părerea lui, unul pur logic, supunîndu-se tratării formalizate, întrucît este legat într-o măsură însemnată de ipotezele conţinutiste asupra anumitor obiecte speciale, introduse în experimentele ideale în corespondenţă cu procesele reale ce se petrec în natură. Deşi o asemenea înţelegere a experienţelor ideale este cea mai adîncă dintre cele prezente în literatură, totuşi şi în acest caz nu se dezvăluie complet esenţa şi valoarea lor.

După părerea noastră, valoarea experimentelor ideale constă, înainte de toate, în aceea că ele joacă un rol deosebit de important în formarea, dezvoltarea şi fundamentarea noţiunilor şi a principiilor de bază ale fizicii (sau ale altor

Scanned with OKEN Scanner

ştiinţe ale naturii), care alcătuiesc imaginea ştiinţifică a lumii. Se poate arăta că aproape toate experienţele ideale importante cunoscute în istoria fizicii au fost orientate sau spre formarea, sau spre extinderea şi fundamentarea principiilor — elementele fundamentale ale tabloului fizic al lumii.

După cum s-a arătat mai sus, Einstein a remarcat în mod deosebit meritele lui Galilei în elaborarea şi întemeierea principiului inerţiei cu ajutorul unei serii de experienţe ideale. Scopul acestor experienţe ale lui Galilei a fost respingerea concepţiei filosofice incorecte a lui Aristotel asupra imposibilităţii mişcării fără motor — mişcarea prin inerţie[11]. Prin numeroase experienţe ideale cu mişcarea bilelor pe un plan înclinat, Galilei a fundamentat posibilitatea mişcării fără motor. În acelaşi timp, el a soluţionat problemele principiale ale fizicii şi a construit fundamentele imaginii mecanice a lumii. O asemenea intenţie a urmărit Galilei atunci cînd a analizat cunoscuta experienţă ideală cu corăbiile care se mişcă simultan[12]. Cu această experienţă s-a întemeiat principiul relativităţii, unul dintre fragmentele de bază ale imaginii mecanice a universului. Tocmai aceste lucrări ale lui Galilei ne oferă temeiul să-l considerăm nu numai întemeietorul metodelor empirice, ci şi al metodelor teoretice ale fizicii.

Trebuie să observăm că experienţele ideale au fost necesare nu numai pentru formarea, ci şi pentru elaborarea ulterioară a imaginii ştiinţifice asupra lumii. În construirea mecanicii, Newton dispunea de o asemenea imagine a lumii deja formată. În acelaşi timp, pentru întemeierea ideilor asupra mişcării absolute, el a folosit experienţa ideală cu vasele care se rotesc[13]. După Newton, în perioada dominării reprezentării mecanice s-a recurs la ajutorul experimentului ideal numai atunci cînd a fost nevoie să se extindă imaginea mecanică asupra lumii. Aşa s-a întîmplat în momentul creării mecanicii corpurilor compacte (experienţe ideale cu corpuri absolut rigide), în hidrodinamică (experienţe ideale cu lichide ideale necomprimabile) şi în mod esenţial în elaborarea bazelor opticii ondulatorii (experimentele ideale care au fundat principiul lui Huyghens).

Scanned with OKEN Scanner

În secolul al XIX-lea, cînd a fost necesară o nouă extindere esenţială a imaginii mecanice asupra lumii, fără de care nu se putea construi teoria căldurii, din nou a fost nevoie de experimentul ideal. Un nou experiment ideal, de o importanţă principială, a fost elaborat de S. Carnot[14]. După cum a observat Engels, în lucrările lui Carnot, procesul fundamental de cercetare este reprezentat în formă pură, fără să fie întunecat de alte genuri de procese, iar ca rezultat a fost construită „maşina cu aburi ideală", care nu se poate realiza practic, dar care aduce aceleaşi servicii ca şi abstracţiile matematice[15].

Experienţa ideală a lui Carnot cu maşina cu aburi ideală a jucat un rol deosebit în formarea principiului al doilea al termodinamicii. În acest fel a fost extinsă imaginea mecanică a lumii, avînd ca rezultat apariţia posibilităţii construirii teoriei termodinamice.

În continuare, în legătură cu necesitatea elaborării bazelor teoretice ale teoriei cinetice a materiei şi a mecanicii statistice, cercetătorii s-au adresat din nou experimentului ideal (experienţele ideale cu „demonul lui Maxwell" ş.a.). După aceea, rolul hotărîtor în cunoaşterea teoretică a experimentului ideal a apărut nu atît în extinderea imaginii mecanice a lumii, cît în procesul distrugerii ei revoluţionare şi în construirea noii imagini electromagnetice a lumii.

După cum se ştie din istoria fizicii, înainte de construirea electrodinamicii lui Faraday şi Maxwell, care a pus bazele noii reprezentări electrodinamice asupra naturii, s-au formulat o serie de experimente ideale de o importanţă principială. Analizînd istoria electrodinamicii, Einstein a observat că însuşi conceptul de cîmp şi însuşirile lui fundamentale s-au construit cu ajutorul unor reprezentări idealizate asupra liniilor de forţă şi asupra sarcinilor ca intersecţii ale acestor linii. Cu ajutorul acestor noţiuni şi al experimentelor ideale care se fundau pe ele s-a construit reprezentarea ideală asupra principalelor trăsături ale fenomenelor electrodinamice observabile în experienţe reale[16]. Asemenea experienţe „idealizate" au fost realmente fundamentul noii imagini electrodinamice a lumii, care a înlocuit pe cea mecanică. Cu aceasta s-au creat posibilităţile construcţiei unei teorii principial deosebite

de mecanica lui Newton, și anume electrodinamica lui Maxwell.

În lucrările lui Faraday și Maxwell, imaginea electrodinamică a lumii încă nu era desăvîrșită: în ea nu existau acele reprezentări asupra spațiului și timpului care ar fi corespuns imaginii ondulatorii asupra materiei și mișcării. Pentru a evidenția necesitatea principială a acestei perfecționări, Einstein a elaborat o serie de experimente ideale. Dintre ele, cel mai important este experimentul asupra acelei determinări a simultaneității, care ar corespunde imaginii electrodinamice a universului. Prin aceste experimente, Einstein a subliniat că noua înțelegere a simultaneității se introduce pe baza experimentelor fizice ideale[17]. Pe experimentul ideal s-a bazat Einstein și pentru extinderea ulterioară a imaginii electrodinamice a lumii. Înainte de toate, trebuie subliniat rolul important al experimentului ideal deja amintit al cutiilor (lifturilor) care cad, prin care se fundamenta echivalența a două sisteme care se mișcă unul în raport cu celălalt uniform accelerat. Această experiență a fost elaborată de Einstein în variante diferite timp de cîțiva ani, iar în 1916 a fost expus în formă definitivă în calitate de temei al principiului relativității, unul dintre principiile fundamentale ale teoriei relativității generale[18]. Trebuie observat că Einstein a recurs adesea la ajutorul experimentului ideal. Acest fapt se poate explica nu atît prin caracteristicile gîndirii științifice contemporane, așa cum consideră anumiți autori[19], cît mai de grabă datorită faptului că Einstein a lucrat asupra problemelor principiale, legate de extinderea vechii imagini fizice a lumii sau de formarea uneia noi. O asemenea particularitate a fost caracteristică și pentru gîndirea teoretică a lui Galilei, în elaborarea bazelor tabloului mecanic al lumii, pentru Faraday și Maxwell în elaborarea fundamentelor imaginii electrodinamice, deși în acea vreme nu existau metodele abstracte contemporane.

Necesitatea principială a întrebuințării experiențelor ideale a devenit deosebit de evidentă în distrugerea imaginii electrodinamice și în formarea imaginii cuantic-ondulatorii contemporane. În această vreme, în legătură cu extraordinara extindere a noțiunilor teoretice abstracte și

Scanned with OKEN Scanner

cu sporirea valorii lor în teoria fizică, a apărut îndoiala în necesitatea intuitivităţii şi observabilităţii cunoaşterii ştiinţifice. În aceste condiţii a crescut însă spontan valoarea experimentului ideal, astfel încît această îndoială a fost practic suprimată.

Este cunoscut că pentru fundamentarea unuia dintre cele mai importante principii ale noii înţelegeri mecanic-cuantice a fenomenelor naturii — principiul nedeterminării — W. Heisenberg a elaborat o serie de experimente ideale[20]. Aceste experimente au devenit foarte cunoscute, înainte de toate, deoarece ele legau anumite noţiuni abstracte cu o serie de reprezentări intuitive. Ca urmare, s-a creat însă impresia că mecanica cuantică s-ar fi construit exclusiv pe datele experienţei. De fapt, aceste date nu au fost reale, ci ideale şi, în afară de aceasta, ele au servit nu la întemeierea mecanicii cuantice ca atare, ci acelei noi imagini cuantice asupra lumii pe baza căreia s-a edificat mecanica cuantică. Asupra aprecierii acestor experimente ne vom opri în continuare.

Astfel, după familiarizarea cu experienţele ideale fundamentale, realizate în fizică de-a lungul întregii ei existenţe de la Galilei şi pînă în zilele noastre, se poate conclude că prin experimentele ideale s-au fundamentat noile principii şi s-au construit noile imagini fizice ale lumii sau s-au extins cele vechi.

Neîndoielnic, între cunoaşterea teoretică şi cea empirică există o deosebire calitativă, ca urmare a acestui fapt cunoaşterea teoretică nereducîndu-se la cea empirică. Cunoaşterea teoretică are sursele ei „extraempirice", legate de imaginea ştiinţifică a lumii — concepte, principii şi ipoteze, care alcătuiesc conţinutul acesteia — şi de idealurile filosofice determinate subiacente acestei imagini.

Experimentul ideal joacă un rol esenţial în stabilirea interrelaţiei între nivelul teoretic şi cel empiric al cunoaşterii, în fundarea experienţială a izvoarelor „extraempirice" ale cunoaşterii teoretice.

Să analizăm mai atent această problemă.

După cum se ştie, imaginea ştiinţifică a lumii este necesară în construirea noilor teorii ştiinţifice şi în explicarea semnificaţiei lor fizice[21] . Dacă prin teorie se înţelege numai un sistem formal deductiv, atunci ea poate fi construită

cu aceleași metode formale elaborate în logică și matematică (metodele axiomatică și genetică de construire a teoriilor). Dar, întrucît în fizică și în alte științe ale naturii teoria nu este numai un sistem deductiv, ci și reflectare a legilor obiective adînci ale realului, ea nu poate fi construită numai cu ajutorul metodelor formale. În construirea unei asemenea teorii, un rol esențial trebuie să-l joace metodele neformale, condiționate de particularitățile domeniilor de obiecte corespunzătoare. Aceste metode sînt strîns legate de elementele imaginii științifice asupra lumii.

Este cunoscut că din punct de vedere formal teoria științifică reprezintă o serie de concepte abstracte teoretice, între care se stabilește o legătură logică funcțională determinată. De regulă, conceptelor le corespund simboluri matematice, iar relația lor este reprezentată matematic. Pentru ca un asemenea sistem să posede o semnificație determinată, este necesar, în primul rînd, să se stabilească o corespondență între conceptele care apar în ea, pe de o parte, și mărimile fizice nemijlocit observabile în experiență, pe de altă parte, și, în al doilea rînd, trebuie ca legătura funcțională dintre conceptele teoriei să reflecte legături obiective între mărimile fizice observabile în experiență.

Corespondența dintre conceptele abstracte care intră în teorie, și mărimile care apar în experiență se stabilește prin idealizare[22]. Obiectele ideale, care aparțin teoriei, sînt construite corespunzător obiectelor reale, îndepărtîndu-se prin abstracție relațiile lor derivate, neesențiale. De exemplu, un asemenea obiect ideal ca punctul material, caracterizat prin masa m, exprimă acel fapt experiențial că orice corp cu masa m posedă un centru determinat al greutății, un punct în care parcă s-ar concentra întreaga lui masă. Idealizarea permite formarea conceptelor și a ideilor fundamentale care alcătuiesc imaginea fizică a lumii. Aceste concepte și idei se construiesc, pe de o parte, sub influența ipotezelor filosofice determinate, iar pe de alta, pe baza datelor de experiență disponibile, reprezentate într-o manieră idealizată.

Dar aceasta nu este totul: pentru ca legăturile funcționale între obiectele ideale ale teorei să corespundă relațiilor reale între mărimi fizice determinate, legăturile funcționale dintre obiectele ideale trebuie să fie construite în

Scanned with OKEN Scanner

acord cu acele relaţii reale, observate în experienţele reale. Pentru aceasta trebuie luate în seamă numai legăturile esenţiale, ca urmare legăturile funcţionale între obiectele ideale stabilindu-se în raport cu condiţiile ideale, care corespund particularităţilor fundamentale ale condiţiilor reale. Tocmai pentru realizarea acestui scop servesc experimentele ideale. În ele sînt reflectate nu atît obiectele şi fenomenele, caracteristice pentru o imagine determinată a lumii, cît legăturile tipice şi esenţiale existente între ele. Operaţiile cu obiectele ideale care intră în experimentele ideale sînt expresii ale relaţiilor reale dintre fenomenele fizice obiective, întruchipări teoretice ale procesului real al practicii ştiinţifice. De aici decurge în mod clar că experimentele ideale sînt necesare înainte de toate pentru formarea *principiilor ştiinţifice*, care stabilesc corelaţiile fundamentale dintre noţiunile fundamentale ale imaginii ştiinţifice a lumii.

Întrucît principiile intră alături de conceptele teoretice fundamentale în conţinutul imaginii ştiinţifice a lumii, experienţele ideale, care ajută la formarea şi întemeierea lor, servesc ca instrumente pentru crearea elementelor imaginii ştiinţifice a lumii.

Întrebările care au o valoare de prim ordin pentru rezolvarea problemei formării noii cunoaşteri teoretice sînt următoarele: cum se realizează idealizarea? De care însuşiri ale obiectelor trebuie să se facă abstracţie şi care trebuie considerate esenţiale? Ce relaţii şi raporturi trebuie considerate principale şi care derivate? Ce particularităţi ale condiţiilor reale ale desfăşurării experienţei trebuie studiate şi de care se poate face abstracţie?

Putem răspunde la asemenea întrebări numai în cazul în care ne conducem, pe de o parte, după reprezentările filosofice asupra lumii, iar pe de altă parte după ideile şi conceptele deja formate, care stau la baza imaginii ştiinţifice a lumii. Aceste concepte şi reprezentări constituie ghiduri de bază în formularea idealizărilor şi a experimentelor ideale, care ne ajută să construim principiile de bază ale teoriei ştiinţifice.

Este important să se observe că experimentele ideale nu ajută doar la formarea noilor principii ale ştiinţei şi, prin aceasta, la construcţia fundamentelor teoriei ştiinţi-

Scanned with OKEN Scanner

fice, ci permit și dezvăluirea semnificației fizice a formalismului teoretic pe care-l avem dinainte.

Vorbind despre rolul experimentului ideal în formarea teoriei, nu trebuie să afirmăm că teoria se construiește exclusiv pe baza experimentelor ideale. Trebuie studiată și semnificația tuturor celorlalte elemente ale imaginii științifice a lumii.

În fizica contemporană nu se realizează întotdeauna schema clasică a construirii teoriei: formularea principiilor inițiale și deducerea din acestea a ecuațiilor fundamentale ale teoriei. Adesea ecuațiile teoriei pur și simplu se postulează pe baza anumitor analogii și idei calitative, caracteristice pentru imaginea științifică actuală a lumii. (În particular, tocmai acesta a fost cazul în construirea mecanicii cuantice.) În acel caz, experimentele ideale servesc ca mijloace pentru fundamentarea conținutului principiilor și conceptelor care intră în formalismul teoriei. Cu alte cuvinte, fără experiențele ideale se dovedesc imposibile interpretarea formalismului matematic al teoriei și, prin aceasta, interpretarea ipotezelor teoretice fundamentale ale fizicii.

Condițiile arătate mai sus s-au manifestat deosebit de limpede în procesul formării imaginii fizice contemporane a lumii, imaginea corpuscular-ondulatorie.

Descoperirea discontinuității radiației și tendința care a apărut odată cu aceasta de a se sintetiza continuitatea și discontinuitatea în reprezentările despre fenomenele și procesele naturii s-au încheiat, pe de o parte, prin crearea mecanicii matriciale a lui W. Heisenberg, iar pe de altă parte prin crearea mecanicii ondulatorii a lui E. Schrödinger.

Inițial, ambele aceste teorii aveau un gen strict deosebit de formalism matematic. În teoria lui Heisenberg, matricele particulelor observabile erau legate cu ajutorul unui formalism asemănător celui al mecanicii clasice. Aici, din regulile formale ale comutării matricelor decurgeau o serie de corelații de tranziție, al căror sens fizic nu era complet clar. În teoria lui Schrödinger, pe baza ipotezei lui de Broglie și a analogiilor optico-mecanice, s-a obținut formal ecuația de undă pentru o funcție ψ, al cărei sens fizic nu era, de asemenea, clar la început.

Scanned with OKEN Scanner

În anii 1925—1927, problema interpretării fizice a consecinţelor formale ale mecanicii matriciale şi dezvăluirea sensului fizic al funcţiei de undă au fost deosebit de ascuţite. În aparatul matematic deja elaborat al noii mecanici rămînea neclară esenţa sa fizică. Astfel, în toamna anului 1926, Heisenberg scria într-una din scrisorile lui către W. Paulli: „Mă gîndesc, adesea, în ce constă propriu-zis sensul tuturor acestor corelaţii formale, dar înţelegerea acestui fapt este teribil de grea"[23].

Rolul hotărîtor în descoperirea semnificaţiei fizice a noilor concepte şi corelaţii formale l-au jucat experienţele ideale. Discuţiile intense în jurul tuturor noilor exemple şi ilustrări fizice care, în esenţă, nu erau altceva decît experimente ideale, au iluminat treptat relaţiile dintre cele două teorii — ale lui Heisenberg şi Schrödinger — şi, mai mult, au dat, după cum mărturiseşte Heisenberg, un material nou, care putea fi considerat cu succes din ambele puncte de vedere[24].

Fără experimentele ideale nu se puteau dezvălui particularităţile şi specificul fizic al noilor noţiuni şi principii cuantice. Experienţele ideale au fost aici deosebit de necesare, deoarece în teoria cuantică figurau concepte care se raportau la obiecte individuale, iar în experienţele reale participau întotdeauna ansambluri de asemenea obiecte.

Specificul obiectelor cuantice s-a dezvăluit în cadrul numeroaselor experimente ideale, printre care fundamentale s-au dovedit cele elaborate de Heisenberg asupra observării cu ajutorul microscopului, a unui electron liber, trecînd printr-o reţea de difracţie[25]. În cursul discutării diferitelor modificări ale acestor experienţe ideale, s-a arătat că situaţiile experimentale în care apar obiectele cuantice pot fi doar de două tipuri complementare, în care se observă sau însuşirile corpusculare ale obiectelor cuantice, sau cele ondulatorii, observarea simultană a ambelor însuşiri fiind imposibilă. Astfel, cu ajutorul experienţelor ideale, a fost elucidat sensul unui principiu fundamental al imaginii cuantice a lumii — principiul nedeterminării al lui Heisenberg, care dezvăluia sensul fizic al corelaţiilor de tranziţie ale mecanicii matriciale.

Conţinutul fizic al funcţiei de undă a fost dezvăluit de asemenea cu ajutorul experienţelor ideale (experienţele

Scanned with OKEN Scanner

cu ciocnirea particulelor), analizate de M. Born[26]. El a arătat cum se stabilește cu ajutorul funcției de undă forma probabilă a legăturii concluziilor teoriei și a rezultatelor observării, obținute în experiențele reale.

Vorbind de valoarea experiențelor ideale pentru construirea mecanicii cuantice, este interesant de observat că într-unul dintre cele mai recente cursuri de mecanică cuantică autorii, expunînd ideile ei prime, fundamentale, încep cu analiza unei serii de experiențe ideale, subliniind prin aceasta valoarea lor metodologică principială[27].

În încheiere, se poate conchide: rolul și valoarea experimentului ideal în cunoașterea științifică constau, în primul rînd, în aceea că prin experiențele ideale se formează noile elemente ale imaginii științifice a lumii și, cu aceasta, se creează posibilitățile pentru construirea unor teorii noi; în al doilea rînd, în acel caz în care partea formal-logică a teoriei este deja constituită, dar sensul său științific concret și interpretarea empirică sînt neclare, experiențele ideale permit dezvăluirea conținutului concret al formalismului logico-matematic al teoriei și edificarea interpretării lui empirice.

NOTE

[1] A. Einstein, *Sobranie naucinîh trudov*, t. 4, Moskva, 1967, p. 362—365.

[2] *Ibidem*, t. 1, p. 6—8.

[3] *Ibidem*, t. 4, p. 604—610, 617—622.

[4] P. Duhem, *La théorie physique, son objet et sa structure*, Paris, 1912.

[5] H. Korch, *Zur Kritik des physikalischen Idealismus*, Berlin, 1959.

[6] E. Mach, *Erkenntnis und Irrtum*, ed. rusă, Moskva, 1909, p. 188—205.

[7] P. E. Sivokoni, *O proishojdenii i filosofskom znacenii estetsvenno-naucinogo experimenta*, Moskva, 1962.

[8] P. V. Kopnin, *Ghipoteza i poznanie deistvitelinosti*, Kiev, 1962, p. 168.

[9] B. A. Glinskii, B. G. Griaznov, B. S. Dînin și E. P. Nikitin, *Modelirovanie kak metod naucinogo issledovania*, Izd-vo MGU, 1965, p. 147—148.

[10] L. O. Valt, *O roli mîslennogo experimenta v razvitii naucinoi teorii*, în *Logika i metodologia nauki*, Moskva, 1967, p. 205—210.

Scanned with OKEN Scanner

[11] G. Galilei, *Socin.* t. 1, Besedî i matematiceskie dokazatelistva, kasaiusceisia dvuh novîh otrastlei nauki, M.—L., 1934, p. 283—414.

[12] G. Galilei, *Dialog o dvuh glavneişih sistemah mira-ptolemeevskoi i kopernikovoi*, M.—L., 1948, p. 146—147.

[13] I. Newton, *Principiile matematice ale filosofiei naturale*, cartea I, ed. rusă, 1915, p. 33—34.

[14] S. Carnot, *Razmîşlenia o dvijuşcei sile ognia*, în *Vtoroie nacialo termodinamiki*, M.—L., 1934, p. 17—61.

[15] K. Marx şi F. Engels, *Opere*, vol. 20, Bucureşti, Editura politică, 1964, t. 20, p. 543—544.

[16] A. Einstein, *Sobr. naucinîh trudov*, t. 4, Moskva, 1967, p. 436—450.

[17] A. Einstein, *op. cit.*, t. 1, p. 8, 10.

[18] B. G. Batoroev, B. A. Karasev, *Problema nagliadnosti v sovremennoi fizike i mîslennîie experimentî*; *A. Einsteina*, *Filosofskie nauki*, nr. 6, 1968.

[20] W. Heisenberg, *Principiile fizice ale teoriei cuantice*, ed. rusă, M.—L., 1932, p. 21—40.

[21] M. V. Mostepanenko, *Filosofia i fiziceskaia teoria*, L., Nauka, 1969.

[22] A. L. Subbotin, *Idealizaţia kak sredstv naucinnogo poznania*, în *Problemî loghiki naucinnogo poznania*, Moskva, 1964; D. P. Gorski, *Idealizaţia*, în *Filosofskaia Enţiklopedia*, t. 2, Moskva, 1962.

[23] W. Heisenberg, *Vospominania ob epohe razvitiia kvantovoi mehaniki*, în *Teoreticeskaia fizika XX-go veka*, Moskva, 1962, p. 58—59.

[24] *Ibidem*, p. 58.

[25] W. Heisenberg, *Principiile fizice ale teoriei cuantice*, M.—L., 1932.

[26] M. Born, *Fizica în vremea generaţiei mele*, ed. rusă, 1963.

[27] R. Feynman, A. Gibs, *Kvantovaia mehanika i integralî po traiektoriam*, Moskva, 1968.

Scanned with OKEN Scanner

Secţiunea a II-a

ORIENTĂRI METODOLOGICE ACTUALE ÎN CRITICA ȘTIINȚEI

Scanned with OKEN Scanner

INTRODUCERE

Epistemologia actuală își supune obiectul ei de studiu unei diversități de perspective metodologice[1]. Acest fapt constituie o noutate remarcabilă a reflecției asupra științei. Pentru a determina atitudinile metodologice proprii epistemologiei actuale, este mai întîi necesar să schițăm condițiile care trebuie îndeplinite de orice analiză efectivă a cunoașterii, cărora tind să le răspundă aceste metode. În primul rînd este absolut obligatoriu pentru a se formula o afirmație valabilă asupra naturii conceptelor, metodelor sau principiilor unei teorii să se cunoască efectiv rolul lor în cadrul situației date de cunoaștere. A le discuta direct, pe terenul științei este exigența pe care o exprimă metodologic metoda *analizei directe*. În al doilea rînd, dată fiind structura discursului științific contemporan, tehnicitatea lui formală sporită, orice problemă asupra validității formale, privind structurile logico-matematice, raționamentul științific etc., nu mai poate forma doar obiectul unei intuiții simple și globale, ci aceasta are nevoie de a fi dublată, ajutată, îndrumată și corectată de o tehnică a analizei logice special construită în acest scop. Acestei exigențe îi corespunde dezvoltarea deosebită a *analizei formalizante* a cunoașterii. În al treilea rînd, în condițiile revoluției profunde prin care trece cunoașterea actuală, ipotezele epistemologice trebuie în mod necesar să sufere o generalizare „cvadridimensională", să-și asimileze direct perspectiva istorică. Acestei noi exigențe îi răspunde tipul de analize *istorico-critice*. În al patrulea rînd, epistemologia actuală, părăsind tot mai mult sfera speculației și inserîndu-se în mersul efectiv al cunoașterii, întîlnește probleme tehnice nu numai de ordin

formal, ci şi de ordin factual, impunîndu-se recursul la *metoda experimentală* ca mijloc de control şi întemeiere a ipotezelor epistemologice.

Grupul de metode ale *analizei directe* încearcă să degaje condiţiile cunoaşterii, să formuleze concepte, ipoteze şi principii epistemologice asupra unui anumit moment al cunoaşterii ştiinţifice prin studiul lui direct. Cel mai adesea este folosită această analiză de oamenii de ştiinţă care gîndesc asupra fundamentelor teoriilor lor (Poincaré, Einstein, Bohr, Gödel, Heisenberg ş. a.) sau de filosofi foarte informaţi ştiinţific (Cassirer, Meyerson ş. a.). Se întîlnesc însă tot mai des personalităţi complexe, oameni de ştiinţă şi filosofi în acelaşi timp (Carnap, Bachelard, Gonseth ş.a). Caracteristica analizei directe, care o face indispensabilă cu tot asaltul exclusivist al perspectivelor formalizante şi experimentale în cercetarea epistemologică, o constituie lectura directă şi efectivă a teoriilor ştiinţifice ca atare, în realitatea şi dinamica lor complexă. Ea nu se referă doar la modele suprasimplificate ale ştiinţei sau la stările ei trecute, ci încearcă să se aplice direct asupra ştiinţei reale, „care se face", nu asupra unor produse secundare, imagini ale ştiinţei obţinute în urma unor filtrări simplificatoare. În acest sens, fiind directă, ea poate uneori să se sustragă unor prejudecăţi încorporate în cunoaşterea deja sistematizată epistemologic. Analiza directă constituie un început, dar şi un sfîrşit în cercetarea metaştiinţifică. În măsura în care ea este intuitivă, imediată, ea are nevoie de o completare şi o rafinare, de a-şi justifica ipotezele prin tratarea lor formalizată şi experimentală. În acest sens, de exemplu, ideea complementarităţii a lui Niels Bohr din epistemologia fizicii, produs al analizei directe, s-a desăvîrşit treptat prin analizele formalizante („logicile complementarităţii"), care încercau să expună formele logice ale relaţiilor teoretice descrise de ideea complementarităţii, prin analizele matematice (teoremele lui J. von Neumann asupra condiţiilor măsurării în mecanica cuantică) şi, în ultimă instanţă, prin probele experimentale. Această succesiune de abordări metodologice a marcat maturizarea progresivă a acestei fecunde idei epistemologice. Dar analiza directă nu reprezintă numai o abordare de primă aproximaţie. Dimpotrivă, în ceea ce priveşte analizele formali-

Scanned with OKEN Scanner

zante, istorico-critice şi experimentale, în măsura în care acestea vor să fie complete, ele trebuie să atingă etapele şi forma actuală a cunoaşterii, tinzînd să devină analize directe. Singularizată, metoda analizei directe poate manifesta unele neajunsuri legate de caracterul ei intuitiv: ea nu-şi poate formula rezultatele într-o manieră inatacabilă, nu poate da formă demonstrativă riguroasă teoriilor pe care le formulează, acestea păstrînd o vaguitate şi indeterminare, avînd aerul mai de grabă al unui sentiment, al unei presimţiri sau ghiciri, decît al unui sistem integrat de afirmaţii verificabile. Este citat, în acest sens, foarte des cazul tezei asupra caracterului sintetic, constructiv şi netautologic al argumentelor matematice. Aceasta, formulată de Poincaré, nu a rezistat criticii neopozitiviste, reconstrucţiei logice a raţionamentului ştiinţific. Conţinutul valoros al ideii epistemologice a sintezei *a priori* a putut fi justificat şi demonstrat prin analizele logice desfăşurate însă la nivelul superior, al teoriei cuantificării, nivel la care se pot reconstitui procedurile reale ale ştiinţei. O idee epistemologică, produs al analizei directe, poate renaşte astfel prin progresul tocmai al acelui tip de analiză care iniţial a repudiat-o: analiza logică formalizantă. Lipsită de colaborarea metodelor formalizante, istorico-critice şi experimentale, analiza directă nu se poate detaşa de prejudecăţile domeniului original, de capcanele intuiţiilor prime, neputînd accede la garanţiile de obiectivitate şi de generalitate necesare pentru o ipoteză epistemologică validă. Convergenţa metodelor se alătură astfel convergenţei perspectivelor teoretice pentru a defini idealul spre care tinde astăzi epistemologia.

Analizele formalizante adaugă analizei directe a procesului de cunoaştere examenul condiţiilor formalizării lui şi a coordonării acestei formalizări cu experienţa. Ele au fost iniţial dezvoltate de reprezentanţii pozitivismului logic, dar au depăşit treptat dependenţa lor filosofică originară şi s-au transformat în analize „neutrale". Ele pot conferi garanţii de precizie, control şi obiectivitate sporite ipotezelor epistemologice. Analizele logice au reînnoit problemele epistemologice tradiţionale, propunîndu-le soluţii noi. Un exemplu remarcabil îl constituie în această privinţă teoremele critice din logica matematică şi din fundamentele

matematicii. Ele au pus în alţi termeni problema raporturilor dintre formal şi intuitiv, dintre sistemul formal şi obiectul său ideal, dintre construcţie şi adecvare, efectivitate şi generalitate, geneză şi structură.

Pericolul singularizării metodelor logice, al transformării lor în doctrină îl reprezintă, în esenţă, absolutizarea perspectivei structurale, statice asupra cunoaşterii. O altă limitare temporară a metodelor formalizante o constituie nivelul lor elementar, care a condus la imaginarea unor modele ale ştiinţei extrem de simple, nerealiste, la formularea unor ipoteze epistemologice rudimentare. Am amintit mai sus teza caracterului analitic al deducţiei logico-matematice. Ea reprezintă un produs al unei analize logice „oneste", dar elementare, al reconstrucţiei argumentelor în cadrul calculului propoziţional. Aici, teza epistemologică este „corectă", însă neadevărată, întrucît aici nu se pot reconstrui argumentele logico-matematice netriviale. Începînd cu reconstrucţia logică la nivelul teoriei cuantificării, analizele formalizante tind să se apropie de ştiinţa reală. De aceea a existat un dezacord între formalizarea logică şi teoriile ştiinţifice reale, între munca logicianului şi aceea a fizicianului, de exemplu. Primul reproşa lipsa de acurateţe logică a formulărilor curente ale teoriilor fizice; ultimul nu vedea utilitatea formalizărilor logice ale unor pseudoteorii, produse inventate simplificînd extrem opera ştiinţifică. Apropierea formalizării de activitatea ştiinţifică reală şi ridicarea expunerilor teoriilor ştiinţifice la un nivel care să satisfacă standardele logice moderne se pare că vor fi realizate prin formalizarea teoriilor ştiinţifice în cadrul teoriei mulţimilor[2].

Formalizarea, o metodă de primă importanţă a analizei epistemologice, a determinat un progres sensibil în înţelegerea conceptelor şi a teoriilor de importanţă fundamentală în multe domenii ale ştiinţei. Mărturia cea mai directă o constituie teoria fundamentelor matematicii. Ea nu rezolvă însă toate problemele analizei filosofice. După cum se ştie, reconstrucţia axiomatică a structurii formale a conceptului probabilităţii dată de Kolmogorov a fost unanim acceptată ca intuitiv adecvată şi ea a avut un rol nemăsurat în progresul acestei discipline. Dar ea nu a rezolvat problema epistemologică a probabilităţii, nu a încheiat po-

Scanned with OKEN Scanner

lemica dintre diferitele interpretări filosofice ale conceptului. Le-a ridicat însă la un nivel superior, risipind o serie de confuzii anterioare. În acest fel, teoria ştiinţei poate fi clarificată şi precizată graţie formalizărilor, ea nu este însă complet constituită prin ele.

Un alt tip important de metode ale epistemologiei îl constituie *analizele istorico-critice*. Nu este vorba, evident, de o simplă istorie a ştiinţelor, expunerea succesiunii descoperirilor sau a teoriilor neinteresînd prea mult epistemologia, ci de o analiză critică tinzînd să descopere geneza istorică reală a principiilor generale ale cunoaşterii, a cadrului conceptual propriu ştiinţei într-o anumită epocă istorică. Analiza formalizantă se interesa de condiţiile validităţii formale ale structurilor teoretice. Analiza istorico-critică se interesează de reconstituirea genezei acestor structuri. Există aproape tot atîtea abordări istorico-critice cîte orientări teoretice cunoaşte epistemologia actuală. Cele mai importante cercetări aparţin unor epistemologi ca P. Duhem, L. Brunschvicg, E. Meyerson, E. Cassirer, F. Enriques, O. Becker, B. G. Kuzneţov, L. Blaga, J. Cavaillès, G. de Santanilla ş.a. Ne putem da seama din simpla enumerare a acestor nume de gama variată a modalităţilor analizei istorico-critice. În ultimii ani, o mare influenţă o au lucrările lui Al. Koyré şi Th. Kuhn. Interpretarea rezultatelor analizei istorico-critice conferă epistemologiei posibilitatea explicării constituirii valorilor de obiectivitate, coerenţă şi validitate ale ştiinţei în decursul integrărilor succesive ale structurilor cognitive. Analiza istorică se poate corela direct cu analiza formalizantă în stabilirea ipotezelor generice ale teoriilor ştiinţifice, a cadrului lor conceptual subiacent. Punerea în evidenţă a structurilor comune mai multor teorii reprezintă o necesitate pentru multe genuri de cercetări care se efectuează asupra teoriilor : axiomatizarea, formalizarea, testarea etc. Or, aceste structuri se dezvăluie în expresia lor autentică numai analizelor conjugate, istorice şi logice. În măsura în care reconstrucţia istorică tinde să depăşească faptele şi să atingă sistemul conceptual general, colaborarea cu analiza formalizantă devine indispensabilă. Un exemplu remarcabil în această direcţie ni-l oferă cercetarea structurii metodei matematice în teoriile epistemologice ale lui Kant şi Descartes, prezentă

Scanned with OKEN Scanner

în lucrările recente ale lui J. Hintikka[a]. Analiza istorică poate aduce servicii deosebite cercetărilor critice directe, oferindu-le posibilitatea detaşării unei ipoteze epistemologice din contextul limitat care i-a dat naştere, pentru a o situa în raport cu devenirea generală a ştiinţelor.

Metoda experimentală este o manieră modernă de judecare şi întemeiere a ipotezelor epistemologice. Cele mai cunoscute modalităţi ale epistemologiei experimentale sînt epistemologia genetică a lui J. Piaget şi modelările cibernetice ale comportamentului subiectului epistemic. Justificarea generală a abordării experimentale în epistemologie o constituie faptul că, spre deosebire de logică, care are ca temă validitatea formală, epistemologia cercetează relaţia de cunoaştere între subiect şi obiect, întîlnindu-se nu numai cu probleme formale, ci şi cu probleme de fapt relative la structurile subiectului şi ale experienţei, la activităţile de cunoaştere ale subiectului etc. Pe de altă parte, posibilitatea experimentării în epistemologie este corelată cu tendinţa acesteia de a părăsi caracterul speculativ şi de a se integra faptului ştiinţific, ceea ce determină o formă a ipotezelor epistemologice care le face apte controlului obiectiv experimental, nu numai aprecierilor intuitive subiective. Aşa după cum demonstrează încercările lui P. Suppes şi S. Papert, experimentul în epistemologie trebuie corelat, ca şi în ştiinţă în general, cu formalizarea şi matematizarea ipotezelor. Numai formularea matematică poate oferi ipotezelor cîmpul de control şi întemeiere experimentală. În acest sens, modelarea informaţional—cibernetică poate răspunde mai adecvat exigenţelor unui experiment : formularea exactă a ipotezei, constituirea unui orizont determinat al realului cu care să se confrunte ipoteza, controlarea tuturor parametrilor relevanţi. Analiza genetică se împleteşte adesea cu cea istorică. F. Enriques şi F. Gonseth, de exemplu, au reclamat în mod explicit necesitatea fundării unei epistemologii pe datele genezei cunoştinţelor şi pe acelea ale istoriei cunoaşterii, iar J. Piaget a accentuat faptul că cooperarea interdisciplinară este indispensabilă pentru a situa analiza genetică în contextul său ştiinţific şi epistemologic general.

Concluzia acestei expuneri a tipurilor generale ale metodei epistemologice este tocmai necesitatea coordonării lor.

Scanned with OKEN Scanner

Analiza valorii ştiinţei, dedublîndu-se în mod necesar în analiza constituirii acestei valori, presupune o coordonare a problemelor de drept cu cele de fapt, deci a analizei formalizante cu cea istorico-critică şi cu cea experimentală, toate ridicate la nivelul la care analiza directă îşi abordează obiectul. Numai în acest fel teoria epistemologică se poate acorda dialecticii imanente a structurii şi genezei, proprie faptului ştiinţific.

NOTE

[1] Vezi J. Piaget, *Nature et méthodes de l'épistemologie*, în *Logique et connaissance scientifique*, Encyclopédie de la Pléyade, Paris, Gallimard, 1967.

[2] Vezi P. Suppes, *Dezirabilitatea formalizării în ştiinţă*, studiu inclus în acest volum.

[3] J. Hintikka, *Kant on the Mathematical Method* în *The Monist*, 51, nr. 3.

Scanned with OKEN Scanner

INFERENȚĂ, INFORMAȚIE ȘI ADEVĂR

JAAKKO HINTIKKA

I. O ANALIZĂ A ANALITICITĂȚII*

Cu cîțiva ani în urmă apărea o antologie filosofică care acoperea multe dintre diferitele perioade ale gîndirii apusene. Volumul consacrat timpului nostru a fost intitulat *The Age of Analysis*[1]. Adecvarea titlului poate fi contestată de unii filosofi, în special de unii dintre cei de pe continent. Nici unul, probabil, nu va nega totuși faptul că noțiunea analizei, împreună cu cele înrudite cu ea, este suficient de importantă pentru a merita ea însăși o analiză conceptuală atentă. Cu toate acestea, nu pare a exista o discuție a acestui concept pe deplin satisfăcătoare. Ceea ce este în mod special necesar, după părerea mea, este o distincție între diferitele sensuri pe care noțiunile de analiză și analiticitate le-au avut în filosofie. O încercare a unei asemenea distincții va fi făcută în această expunere.

Voi limita remarcile mele la dihotomia între adevărurile sintetice și analitice (propoziții, enunțuri, judecăți, argumente etc.) care a figurat proeminent în filosofia foarte recentă, cît și în cea tradițională. Ceilalți membri ai acestei familii de concepte nu vor fi discutați sistematic.

Discuția animată privind distincția între adevărurile analitice și cele sintetice, dezlănțuită de aproape cincisprezece ani, nu va fi comentată sistematic[2]. Voi încerca mai degrabă să ofer un cadru conceptual și istoric mai larg pentru discutarea divergențelor vechi și noi pe care le-a născut această distincție.

---

* *An Analysis of Analyticity*, în *Deskription, Analytizität und Existenz*, ed. by P. Weingartner, Salzburg and Munich, 1966.

Scanned with OKEN Scanner

Distincția dintre analitic și sintetic a fost adusă în prim plan în filosofie de Immanuel Kant[3]. Din această cauză vom considera cîteva sensuri în care aceste concepte pot fi înțelese, în loc de a renunța la această utilizare a lor.

Istoria noțiunii analiticității pînă la Kant inclusiv va fi studiată oarecum mai îndeaproape în prelegerile următoare. Aici voi încerca, în principal, să evidențiez interrelațiile sistematice ale diferitelor sensuri ale analiticității, indiferent de contextul istoric în care aceste sensuri au fost inițial dezvoltate.

Un punct de vedere util ne este sugerat de conexiunea termenului „analiticitate" cu cuvîntul „analiză". Oricare ar fi sau ar putea să fie adevărurile analitice, originar ele au fost adevăruri care se pot stabili numai cu mijloacele analizei. La Kant, această conexiune este încă foarte sensibilă. Termenii „analiză" și „sinteză" apar în lucrările lui critice înaintea adjectivelor corespunzătoare, și el simte că este necesar să le explice semnificația în detaliu. Multe din sensurile următoare ale analiticității pot fi de asemenea corelate cu sensurile corespunzătoare ale analizei. Putem astfel aborda conceptul analiticității întrebînd: la ce se reduce această analiză în diferite cazuri? Ce anume este analizat în aceste analize diferite?

Pentru a ne preciza ideile, vom considera la început conceptul analiticității aplicat la un pas argumentativ. În continuare, rezultatele considerațiilor noastre sînt ușor de extins la alte contexte, în care se poate vorbi despre analiticitate și sinteticitate (de exemplu, la demonstrații și la adevărurile ce se pot stabili prin aceste demonstrații). În conformitate cu punctul nostru de vedere fundamental, un pas argumentativ este analitic dacă (și numai dacă) concluzia se obține numai prin analiza a ceea ce ne dau premisele. O formulare tradițională comună a acestei idei fundamentale înseamnă a spune că concluzia unui pas argumentativ exprimă ceva ce a fost deja gîndit în premise, deși confuz, sau a spune că nu se pot concepe premisele clar și distinct fără a gîndi deja și concluzia[4]. O parte din ceea ce voi face constă în a vedea ce corespondențe logice și epistemologice pot avea aceste formulări cvasipsihologice.

Dar ce este ceea ce ne dau premisele unui argument? Ce gîndim noi cînd contemplăm premisele? Răspunsurile

Scanned with OKEN Scanner

diferite la această întrebare ne vor da sensurile diferite ale analiticității pe care le vom considera.

O premisă este un enunț (propoziție, judecată sau alte entități — diferențele care pot exista între acestea și alte entități similare nu trebuie să ne rețină aici). Ce este ceea ce ne dă un enunț? Există aici un tip de răspuns, consacrat de timp, conform căruia un enunț exprimă o judecată sau un gînd, sau poate o propoziție. După această concepție, acestea sînt obținute, la rîndul lor, punînd în relație reciprocă un număr de *idei* sau de *concepte*. Deci ceea ce o premisă sau un alt gen de enunț ne prezintă este, în ultimă analiză, un număr de concepte corelate într-o modalitate determinată.

Diferite versiuni ale acestei idei generale erau curente în secolele șaptesprezece, optsprezece și nouăsprezece[5]. Ideea nu și-a pierdut încă complet adeziunea filosofilor. De exemplu, ea pare că se ascunde în fondul majorității discuțiilor pe care G.E. Moore și alții le-au dus cu privire la natura analizei filosofice[6].

Această concepție asupra naturii enunțurilor și a propozițiilor sugerează o interpretare particulară a analiticității. Dacă ceea ce ne dau premisele este un număr de concepte interrelate, atunci analiticitatea unui pas argumentativ analitic poate însemna numai faptul că el pur și simplu analizează aceste concepte și relațiile lor reciproce. Un enunț este analitic dacă el poate fi stabilit printr-un argument în care noi numai luăm separat diferite concepte care sînt utilizate în enunț și interrelațiile lor, fără a introduce nici un concept nou sau vreo interrelație nouă. Cu alte cuvinte, un enunț este analitic adevărat dacă și numai dacă adevărul său se poate stabili numai prin analiză conceptuală, fără a recurge la experiență. În acest fel, adevărul analitic se identifică cu adevărul conceptual[7]. Acest sens al analiticității (sau, mai de grabă un grup de sensuri ce se pot obține din el prin dezvoltarea lui ulterioară) va fi în cele ce urmează referit ca sensul I*.

În afara unor diferențe de detaliu, acest sens al analiticității a dominat discuțiile recente. Acest sens este trădat de caracterizările pe care filosofii contemporani le-au dat

---

* O listă a diferitelor sensuri ale analiticității pe care încercăm să le explicăm este dată într-un appendix la sfîrșitul acestei prelegeri.

Scanned with OKEN Scanner

noțiunii de adevăr analitic, cum ar fi adevăr conceptual, adevăr numai în virtutea semnificației cuvintelor[8], adevăr *ex vi terminorum* ș.a.m.d.[9]. Acest sens al analiticității a fost de asemenea folosit de unii filosofi care, probabil, nu vor accepta derivarea acestui sens din ideea de bază a analizei pe care am schițat-o.

Astfel, critica îndreptată împotriva unei dihotomii între adevărul analitic și cel sintetic în discuția recentă se referă de asemenea în mare parte la sensul I. Aceste critici arată cel puțin că acest sens este cam vag. Orice ar fi înclinat cineva să spună și să gîndească despre concepte sau idei și despre alte entități care pot servi ca semnificații pentru cuvintele noastre, el trebuie să admită că ele sînt entități extrem de abstracte, adesea greu de înțeles și incomod de tratat. Parțial, din această cauză filosofii au căutat să dezvolte mai departe sensul I al analiticității. Adesea se consideră că maniera în care un concept trebuie să fie specificat constă în definirea lui. Adesea se consideră, de asemenea, că rezultatele analizelor noastre conceptuale pot fi întotdeauna formulate ca definiții ale conceptelor respective. După orice asemenea concepție, un adevăr analitic în sensul unui adevăr conceptual va însemna un adevăr care depinde numai de definițiile conceptelor pe care le conține. Aceasta conduce la interpretarea adevărului analitic ca adevăr pe baza definițiilor. Această variantă a sensului I al analiticității va fi designată ca sensul I(a).

Dar ce anume exact înțelege cineva spunînd că adevărul unui enunț depinde numai de definiții? În mod obișnuit, el nu înțelege că enunțul respectiv este el însuși o definiție sau o instanță de substituție a unei definiții. Normal, probabil înțelege, mi se pare, că enunțul respectiv este logic implicat de o definiție sau de un număr de definiții. Astfel obținem o variantă oarecum mai explicită a sensului I pe care o putem numi I(b) : Un enunț este analitic dacă și numai dacă el este logic implicat de definițiile termenilor pe care îi conține.

Acest sens al analiticității se întemeiază pe o presupoziție care va fi scoasă la iveală imediat. El este o semnificație rezonabilă a analiticității numai dacă toate relațiile de implicație logică sînt ele însele analitice. Altfel, analiticitatea definițiilor ar putea să nu se transmită pînă la conse-

cinţele logice ale acestor definiţii. Relaţiile de consecinţă logică par neîndoielnic a fi analitice în sensul neanalizat I, adică ele par a se baza numai pe semnificaţia termenilor logici[10]. Dar nu urmează că ele sînt analitice în celelalte sensuri ale cuvîntului, sensuri care vor fi discutate ulterior. Nu decurge nici măcar că adevărurile logice pe care se fundează aceste relaţii de consecinţă sînt analitice în sensul I(a), adică sînt bazate numai pe definiţiile termenilor logici. Acest lucru a fost uneori asertat, dar justificarea şi sensul exact al acestei afirmaţii îmi scapă.

Ceea ce filosofii au făcut de obicei în această situaţie este să admită că adevărurile logice sînt analitice şi apoi să le utilizeze pe acestea pentru a capta restul adevărurilor analitice. Definiţia analiticităţii dată de Gottlob Frege este tipică în această privinţă. După Frege, un adevăr este analitic dacă şi numai dacă el poate fi justificat numai cu mijloacele „legilor logice generale şi ... definiţiilor"[11]. Acest sens al analiticităţii va fi numit sensul I(c).

Unii filosofi recenţi nu au fost, totuşi, satisfăcuţi de noţiunea definiţiei şi au căutat s-o înlocuiască cu un concept care ar fi mai puţin tehnic şi mai strîns legat de funcţionarea reală a limbajului. Nu este foarte dificil de găsit candidaţi pentru acest rol. O cerinţă evidentă pe care trebuie s-o impunem definiţiilor este ca *definiensul* şi *definiendumul* să aibă aceeaşi semnificaţie, ca ei să fie sinonimi. Chiar dacă nu este evident că această noţiune este mai clară decît conceptul definiţiei, s-ar putea încerca utilizarea ei în definirea analiticităţii. Astfel, am putea urma pe W. v. O. Quine, identificînd clasa adevărurilor analitice cu clasa care include toate adevărurile logice plus orice adevăr ce se poate obţine din ele prin înlocuirea sinonimilor prin sinonimi[12] (sensul I(d) al analiticităţii).

Formulările lui Kant indică anumite similarităţi între noţiunea sa a analiticităţii şi grupul de sensuri explicat mai sus. Analiticitatea a fost strîns asociată de Kant cu adevărurile logice şi cu definiţiile. După unele afirmaţii ale sale, un adevăr este analitic dacă el poate fi stabilit doar cu mijloacele principiilor contradicţiei şi identităţii[13].

Această similaritate este, totuşi, într-o mare măsură o iluzie optică, ale cărei cauze vor fi comentate pe scurt mai tîrziu. Oricît de vagă şi de echivocă ar putea fi noţiunea

Scanned with OKEN Scanner

de analiticitate a lui Kant, intenția ei era departe de a cuprinde toate adevărurile conceptuale. Dimpotrivă, de mai multe ori Kant a susținut în mod explicit adevăruri care sînt conceptuale și cu toate acestea sintetice. Comentînd rațiunile caracterului sintetic al adevărurilor matematice, Kant spune că într-o judecată sintetică adesea „ni se cere să unim în gîndire un predicat anumit cu un concept dat, și *această necesitate este inerentă în conceptele însele*" (subl. ns). Aceasta nu face judecata analitică, spune Kant, pentru că întrebarea decisivă „nu este ce *ar trebui* să unim în gîndire cu un concept dat, ci ce anume noi gîndim *realmente* în el, chiar dacă numai în mod obscur"[14] (sublinierile aparțin acum lui Kant).

Aceste citate arată că noțiunea kantiană a analiticității este fundamental diferită de analiticitatea acelor gînditori moderni care identifică simplu adevărul analitic cu adevărul conceptual. Din definiția dată de ei analiticității decurge că un adevăr este analitic dacă noi putem să-l obținem imediat ce avem toate conceptele pe care le conține. Astfel, orice adevăr care se întemeiază pe necesități inerente în anumite concepte este evident analitic în acest sens; totuși, unele asemenea adevăruri sînt numite în mod explicit de Kant sintetice. Acest fapt istoric trebuie să ne facă deja prudenți față de sensul I al analiticității. O examinare a sensurilor întrebuințate de alți cîțiva filosofi tradiționali ne va arăta, de asemenea, că intențiile lor nu sînt foarte bine servite de explicarea noțiunii analiticității de-a lungul sensului I[15].

Există de asemenea ample rațiuni actuale pentru a fi nesatisfăcuți de sensurile analiticității pe care le-am întîlnit pînă acum. Ele sînt subminate de două tipuri de dificultăți, nici unul dintre ele nefiind eliminat pînă acum. Pe de o parte, ne putem îndoi dacă vreunul dintre sensurile I(a) — (d) își servește realmente scopurile, adică epuizează domeniul sensului I, mai vag, dar mai intuitiv (adevărul analitic ca adevăr conceptual). Pe de alta, se poate găsi nesatisfăcătoare calea însăși pe care s-a ajuns chiar la sensul I mai larg și, ca urmare, acesta să fie înlocuit printr-un sens cu totul diferit.

În discutarea modalității anterioare, trebuie să specificăm semnificația definiției sugerate I(d) a analiticității

Scanned with OKEN Scanner

oarecum mai detaliat. (Această definiţie este aleasă pentru a fi considerată aici, deoarece ea pare a fi cea mai importantă definiţie curentă a analiticităţii.) Fiecare dintre relaţiile de sinonimie cu care ea are de-a face trebuie să fie înţeleasă ca avînd loc între un termen oarecare, pe de o parte, şi o altă expresie explicativă, pe de altă parte. Putem, desigur, să vorbim, de asemenea, despre relaţii de sinonimie între asemenea expresii mai largi ca enunţurile. Dar dacă se admit asemenea sinonimii pentru caracterizarea I(d) a analiticităţii, conexiunea dintre acest sens şi sensurile I(b)—(c) se pierde, deoarece nu este permis să se vorbească despre definiţiile enunţurilor. Mai mult, dacă vor fi considerate sinonimii arbitrare în I(d), această definiţie ar fi atît de largă încît ar fi fără valoare. De exemplu, întrebarea dacă un enunţ dat S_1 implică analitic un alt enunţ S_2, este clar echivalentă cu întrebarea dacă $S_1 \wedge S_2$ spune acelaşi lucru ca S_1 singur sau dacă el îi adaugă ceva, cu alte cuvinte, dacă enunţurile S_1 şi $(S_1 \wedge S_2)$ sînt sinonime. Deci, răspunzînd la întrebările despre sinonimie în cel mai larg sens al cuvîntului, noi frecvent am răspunde *ipso facto* în mod direct la întrebările asupra analiticităţii şi deci noţiunea de sinonimie ne-ar ajuta cu greu să rezolvăm problemele analiticităţii. De fapt, mulţi dintre cei care au operat cu sensul I(d) se pare că au înţeles noţiunea de sinonimie menţionată în el în sensul cel mai îngust, adică ca o relaţie între termeni şi nu între enunţuri[16].

Dar, dacă sensul I(d) al analiticităţii este înţeles în această manieră, devine foarte problematic dacă el cuprinde toate adevărurile conceptuale, cu alte cuvinte dacă cuprinde toate adevărurile analitice în sensul mai larg I. Contraexemple pot fi oferite *inter alia* de studiile cunoscute sub numele de logică epistemică sau logică deontică[17]. Ele au descoperit multe legi interesante şi uneori subtile, care guvernează asemenea concepte cum ar fi cunoaştere, credinţă (sau opinie), obligaţie şi permisiune. Totuşi, aceste legi nu sînt legi ale logicii în vreun sens uzual al cuvîntului (de aici pretenţia acestor studii la titlul de *logică* epistemică sau deontică a fost uneori contestată). Pe de o parte, este foarte natural să spunem că aceste legi depind numai de semnificaţiile termenilor „cunoaşte că", „crede că", „trebuie să", „este permis să", care nu sînt termeni logici în sensul

normal al cuvîntului. Pe de alta, nimic nu ne sugerează că aceste legi ar putea fi într-un fel reduse la legile logicii normale a cuantificării prin înlocuirea unor anumiți termeni speciali care apar în ele prin termeni sinonimi. Nici nu mi se pare a exista o evidență suficientă pentru a ne arăta că ele s-ar putea reduce la acele sisteme de logică modală despre care se presupune că ar formula comportamentul logic al noțiunilor de necesitate și posibilitate logică. Dimpotrivă, o analiză atentă a situației relevează diferențe subtile între aceste logici modale și logica epistemică. Legile studiate de ultima par de aceea a fi analitice în sensul mai larg și mai vag I, dar nu în sensul mai precis I(d). Remarci similare se aplică de asemenea la sensurile I(b)—(c)[18].

Sensul mai general I este el însuși deja suspect totuși. Conexiunea acestui sens cu noțiunea de analiză (și deci pretenția sa la termenul „analiticitate") mi se pare a fi foarte slab întemeiată[19]. Linia de unire a fost supoziția că ceea ce un enunț sau o propoziție ne dau în primul rînd reprezintă un număr de concepte sau idei interrelate. Această manieră de a gîndi nu este, poate, atît de mult greșită cît suprasimplificantă. Ea este suprasimplificantă, deoarece neglijează varietatea căilor în care conceptele noastre pot contribui la formarea unui enunț semnificativ (sau propoziție, dacă doriți). Din cauza acestei varietăți, este de asemenea dificil să se citeze rațiunile generale pentru care concepția asupra propozițiilor ca mănunchiuri de concepte este eronată. Conectivii propoziționali și cuantificatorii deja ne arată însă cît de suprasimplificantă este într-o privință această concepție. Este natural a spune că fiecare dintre conectivi și cuantificatori exprimă un concept. Aceste concepte au numele lor familiare: negația, conjuncția, disjuncția, existența și universalitatea. Cu toate acestea, modalitatea în care ele cooperează în construcția enunțurilor din elemente simple nu corespunde imaginii pe care ne-o prezintă concepția pe care o criticăm.

O scurtă privire asupra manierei în care conceptele negației, conjuncției, disjuncției, existenței și universalității pot fi folosite pentru a construi propoziții, ne arată deja că ele nu sînt simple blocuri-de-construcție care pot fi folosite numai o singură dată într-un enunț dat, după cum o unică cărămidă poate fi utilizată o singură dată

în construcţia unei case. Conceptele logice mai sus menţionate au natura unor *operatori* care pot fi utilizaţi în mod repetat în unul şi acelaşi enunţ. De fapt, din cinci concepte logice plus o singură relaţie binară se poate construi deja o infinitate de enunţuri neechivalente. Astfel, un enunţ cuantificaţional nu poate fi determinat doar prin specificarea conceptelor care apar în el şi a modului în care sînt interrelate. Va trebui să discutăm interrelaţiile diferitelor apariţii ale acestor concepte-operatori.

Alte concepte violează în alte modalităţi modelul simplu al „blocurilor-de-construcţie" al propoziţiilor care întemeiază sensul I al analiticităţii. Filosofii au vorbit mereu despre „relaţii ale ideilor" sau „relaţii ale conceptelor" după ce Platon a fost fascinat în *Sofistul* de συμπλοκὴ εἰδῶν. Această terminologie, totuşi, ascunde mai multe probleme decît realizează ei în mod obişnuit. Logica cuantificării ne indică deja o cale în care această terminologie şi maniera de gîndire pe care ea se întemeiază sînt eronate.

Ce se întîmplă dacă luăm în serios caracterul de operatori al noţiunilor noastre logice de bază? S-ar putea formula un răspuns spunînd că în considerarea unui enunţ nu este foarte util pur şi simplu să considerăm „relaţiile dintre idei" care apar în el. Trebuie să ne lărgim punctul de vedere într-o modalitate care este oarecum asemănătoare cu ceea ce se întîmplă în gramatica transformaţională: trebuie să luăm în seamă istoria enunţului respectiv, adică calea prin care el a fost construit din enunţuri atomare (şi identităţi, dacă ele sînt folosite în enunţurile noastre). Regulile care guvernează această construcţie sînt, în cazul teoriei cuantificării, regulile uzuale de formare. Ele scot în evidenţă caracterul operatorial al conceptelor de bază ale teoriei cuantificării.

La ce tip al noţiunii analiticităţii ajungem dacă vom spune că ceea ce ne dă în primul rînd o premisă a unui pas al inferenţei este un enunţ cu o istorie formaţională? Considerînd un enunţ cuantificaţional din punctul de vedere al structurii lui, ce poate să însemne a spune că într-un pas al argumentului noi „numai îl analizăm"? Un răspuns se află foarte aproape. Într-un pas de la S_1 la S_2 noi „numai analizăm" pe S_1 dacă (şi numai dacă) S_2 este o parte a lui S_1. Iar această relaţie de a fi o parte

a unui enunț poate fi explicată spunînd că S_2 este o parte a lui S_1 dacă și numai dacă el apare sau ar putea apărea ca un stadiu al istoriei formaționale a lui S_1. Mai precis, putem spune că S_2 este o parte a lui S_1 într-un sens relevant al cuvîntului dacă și numai dacă el este un *subenunț* al lui S_1. Această noțiune este definită recursiv inversînd regulile obișnuite de formare pentru teoria cuantificării:

($S.A$) Un enunț atomar nu are subenunțuri;

($S.\sim$) Subenunțurile lui $\sim S$ sînt S și subenunțurile lui S.

($S.\wedge$)—($S.\vee$) Subenunțurile lui $(S_1 \wedge S_2)$ și ale lui $(S_1 \vee S_2)$ sînt S_1 și S_2 și subenunțurile lor;

($S.E$) — ($S.U$) Subenunțurile lui $(\exists x)S$ și ale lui $(Ux)S$ sînt toate enunțurile de forma $S(a/x)$, ca și toate subenunțurile lor.

Această definiție este, desigur, relativă la o anumită mulțime dată de termeni singulari liberi din care va fi ales termenul a, menționat în ($S.E$) și ($S.U$).

Am folosit literele $x, y \ldots$ ca variabile individuale legate, și literele a, b . . . ținînd locul termenilor singulari liberi. $S(a/x)$ este rezultatul înlocuirii lui x peste tot în S cu a.

Putem acum să spunem că, într-un sens, un pas argumentativ este analitic dacă (și numai dacă) concluzia sa este un subenunț al uneia dintre premise (sau este identic cu una dintre ele). Acest sens al analiticității va fi numit sensul II.

Acest sens se poate extinde de la argumente cu un singur pas la demonstrații mai lungi, în mai multe feluri. O posibilitate este aceea după care o demonstrație este analitică dacă și numai dacă toți pașii ei sînt analitici în sensul II. (Sensul II (a) al analiticității). Un sens mult mai interesant se obține dacă considerăm că o demonstrație a lui S_2 din S_1 este analitică dacă și numai dacă toate stadiile intermediare ale demonstrației sînt enunțuri, fiecare dintre ele fiind un subenunț fie al lui S_1, fie al lui S_2? (Sensul II (b).) Un enunț cuantificațional este finalmente analitic dacă și numai dacă el poate fi demonstrat analitic în sensul II(b) din tautologiile propoziționale de forma $(A \vee \sim A)$ (unde A este un enunț atomar), sau din conjuncții de asemenea tautologii. Analog, un enunț cuantificațional este analitic inconsistent dacă și numai dacă se poate deriva din el o disjuncție de enunțuri de forma

Scanned with OKEN Scanner

($A \wedge \sim A$) (A atomar) printr-un argument care este analitic în sensul II(b).

Acest grup al sensurilor analiticităţii este studiat aici aproape exclusiv în teoria cuantificării. Nu există un obstacol în principiu, totuşi, pentru ca el să nu poată fi extins dincolo de teoria cuantificării.

Acestui gen de analiticitate nu i s-a acordat o prea mare atenţie. Eu l-am întîlnit numai în cîteva comentarii pătrunzătoare ale profesorului E. W. Beth şi în unele remarci nepublicate ale profesorului William Craig[20]. Cu toate acestea, el prezintă un mare interes. Exigenţa pe care el o formulează asupra demonstraţiilor este strîns legată cu proprietatea de subformulă care a figurat în mod important în dezvoltarea tehnicilor logice cunoscute ca metode ale deducţiei naturale[21]. De fapt, s-ar putea spune că una dintre principalele cuceriri ale metodelor deducţiei naturale a fost aceea de a ne face capabili să facem toate demonstraţiile cuantificaţionale analitice în sensul II(b). Acest sens al analiticităţii este de aceea legat foarte strîns de dezvoltarea teoriei sistematice a cuantificării.

Posibilitatea de a face demonstraţiile cuantificaţionale analitice în sensul pe care l-am considerat acum este corelată strîns cu posibilitatea de a ne dispensa de aplicaţiile fără restricţii ale lui *tertium non datur* în demonstraţiile cuantificaţionale. Problema dacă aceasta este posibilă în logicile de nivel mai înalt (logici impredicative) este o importantă problemă deschisă[22].

Deşi sensul al II-lea al analiticităţii merită astfel o atenţie mai mare decît aceea pe care i-au acordat-o filosofii pînă acum, el totuşi nu prinde cîteva dintre intenţiile cele mai importante ale acelor filosofi tradiţionali care au utilizat distincţia dintre analitic şi sintetic. Am putea scoate în evidenţă aceste intenţii în acelaşi fel în care am ajuns la celelalte sensuri ale analiticităţii, şi anume întrebînd: ce anume ne dă o premisă pentru a fi analizat? Poate cel mai concret răspuns la această întrebare este acela că ea ne dă un număr de individuali pentru a fi consideraţi. Dacă se acceptă acest răspuns, atunci un pas al unui argument este analitic dacă şi numai dacă el nu introduce nici un individual nou. Pentru că, dacă ar fi consideraţi asemenea noi individuali, nu am mai „analiza doar" ceea

Scanned with OKEN Scanner

ce ne dă premisa. Ca urmare, se poate propune următoarea definiție a analiticității:

III. Un pas argumentativ este analitic dacă și numai dacă el nu introduce nici un individual nou în discuție.

Un pas argumentativ poate fi analitic în sensul II și totuși sintetic în sensul III, pentru că chiar dacă el ne conduce de la un enunț mai complicat la unul mai puțin complicat, el ar putea totuși să introducă individuali care nu au fost referiți mai înainte. De aceea noul sens III diferă de sensul II.

Această nouă noțiune a analiticității este în multe privințe clară și concretă. În sensul I al analiticității ne-am interzis să depășim un număr de concepte date. În sensul III sîntem invitați să nu depășim un număr dat de individuali. Noul sens poate fi înțeles mai bine decît cel vechi, în măsura în care noțiunea unui obiect individual poate fi mai bine înțeleasă decît aceea a unui concept general[23]. În sensul vechi ne interesa analiza conceptelor; aici ne interesează analiza complexelor concrete de individuali. Acest sens al analizei „conceptuale" nu mi se pare a fi complet nou. În ciuda profesiunii lor, filosofii care au practicat analiza conceptuală nu s-au restrîns întotdeauna la discutarea interrelațiilor conceptelor generale, ci au recurs la menționarea individualilor. Pentru a utiliza ca un exemplu ceea ce ar trebui să fie cel mai complet analizat concept în literatură, dacă un frate este definit ca un băiat al acelorași părinți, am utilizat aici interrelațiile individualilor concreți: *a* este un frate a lui *b* dacă și numai dacă *a* este un băiat și dacă există doi individuali *x* și *y*, astfel încît *x* și *y* sînt părinți atît ai lui *a*, cît și ai lui *b*. Aici conceptul de frate este analizat cu ajutorul conceptelor de băiat și de părinte *împreună cu* existența individualilor *x* și *y*.

Sensul III aproximează mai exact noțiunea kantiană a analiticității. Kant înțelegea acest sens ca implicînd faptul că inferențele interindividuale referindu-se la existență sînt imposibile doar pe baze pur analitice. Altfel spus, el susține următorul principiu:

III(a). Un pas analitic al argumentării nu poate duce de la existența unui individual la existența unui individual diferit.

Scanned with OKEN Scanner

Scrierile lui Kant arată că inferenţele care violează III(a) erau în concepţia sa, virtual, instanţe paradigmatice ale modurilor sintetice ale raţionării[24]. Mereu el se întoarce la problema pe care o consideră a fi o generalizare a problemei cauzalităţii a lui Hume şi pe care el odată a formulat-o astfel: „Wie soll ich es verstehen, daß weil etwas ist, etwas anderes sei?"[25]. El arată că aceasta nu poate avea loc „durch den Satz des Widerspruchs", adică analitic[26]. Din *Prolegomene* apare că problema sa fundamentală a justificării adevărurilor sintetice *a priori* era considerată de Kant o generalizare a problemei justificării inferenţelor sintetice în sensul III(a)[27].

Unul dintre obiectivele principale ale acestei prelegeri şi a celorlalte este clarificarea acestui sens III al analiticităţii şi dezvoltarea lui în continuare. Pentru a realiza acest lucru, ne putem întreba: cum sînt importaţi individualii în consideraţiile şi în argumentele noastre? O parte a unui răspuns posibil este evidentă: individualii sînt introduşi în raţionamentul nostru prin termenii singulari liberi. Nu numai expresiile de mai sus sînt acelea care ne invită, totuşi, să considerăm individualii, chiar dacă ne-am restrînge atenţia la teoria cuantificării. Poate cea mai simplă cale de a vedea acest lucru ar fi să ne reamintim cele mai precise traduceri ce se pot da cuantificatorilor în limbajul natural. Cuantificatorul existenţial (Ex) trebuie citit oarecum astfel: „Există cel puţin un individual (să-l numim x) astfel încît", şi cuantificatorul universal (Ux) trebuie citit: „Orice individual (să-l numim x) este astfel încît". Aceste traduceri ne clarifică faptul că deşi variabila legată x nu stă pentru nici un individual particular, fiecare cuantificator ne invită să considerăm un individual în plus faţă de cei care au fost introduşi mai înainte.

O modalitate de a ilustra această funcţie a cuantificatorilor este să ne aducem aminte figurile cu ajutorul cărora ilustrăm de obicei propoziţiile geometrice, de exemplu, teoremele geometriei elementare[28]. Deşi aceste teoreme în mod obişnuit asertează ceva despre *toate* triunghiurile, *toate* cercurile sau *toate* entităţile geometrice de un alt gen, fiecare poate fi ilustrată cu ajutorul unei figuri care are doar un număr finit de entităţi geometrice explicit reprezentate. Acest număr este determinat (vorbind aproxi-

Scanned with OKEN Scanner

mativ) în maniera menționată mai sus: fiecare cuantificator în mod uzual introduce în figură o entitate geometrică (de genul acelora care fac parte din domeniul variabilei legate asociate).

Aici putem vedea o rațiune în plus pentru a spune că este o suprasimplificare a considera propozițiile drept colecții structurate de concepte. În asemenea formulări, termenul „concept" este adesea restrîns numai la conceptele generale. Și cînd nu este astfel restrîns, ceea ce a fost considerat pe lîngă conceptele generale este în mod obișnuit o clasă separată de „concepte individuale", indiferent care sînt sau ar putea fi acestea. Nici un reprezentant al acestei tradiții nu pare a fi acordat o atenție deosebită faptului că unele dintre conceptele noastre foarte generale, și anume conceptele de existență și universalitate, regimentate de cei doi cuantificatori, conțin o referință vădită la individuali, oricît de nespecificați ar fi aceștia individuali.

Cît de profund este posibil să afecteze acest fapt punctul de vedere al unor filosofi tradiționali se poate vedea cel mai bine dacă considerăm aparatul conceptual al lui Kant. Kant opunea conceptele generale (pe care adesea le numea simplu *Begriffe* sau concepte) reprezentărilor obiectelor individuale, pe care le numea *intuiții* (*Anschaungen*). După cum am argumentat în altă parte, aceste intuiții cuprind, prin definiție, pur și simplu orice reprezintă un individual[29]. Dacă urmăm terminologia lui Kant, sîntem astfel conduși să spunem că cuantificatorii nu au de-a face numai cu concepte generale, ci conțin un element intuitiv. Ceea ce sîntem obișnuiți să numim logica cuantificării, în forma sa generală nu ar fi fost deloc o logică pentru Kant, deoarece, după el, logica se referă numai la concepte generale. Teoria cuantificării, ne-ar obliga Kant să spunem, depinde de metode nonlogice, „intuitive". Desigur, a spune aceasta nu înseamnă altceva decît a spune în altă manieră că modurile de inferență tipic cuantificaționale ar fi fost numite de Kant matematice nu logice[30].

Relația intimă a cuantificatorilor și a variabilelor legate de ei cu termenii singulari este indicată de faptul că pentru multe scopuri cuantificatorii pot fi omiși, iar variabilele legate pot fi înlocuite prin termenii liberi singulari corespun-

Scanned with OKEN Scanner

zători. După cum se ştie, tocmai acest lucru se încearcă să se realizeze prin aplicarea metodelor deducţiei naturale. Aproximativ spus, în mod obişnuit nu este o mare diferenţă între un termen singular liber şi o variabilă legată de un cuantificator al cărui domeniu cuprinde întreaga formulă (cu excepţia posibilă a unei serii de cuantificatori existenţiali), cel puţin în sensul că operaţiile logice pe care ni le permit să le executăm sînt în majoritatea intenţiilor şi scopurilor aceleaşi în amîndouă cazurile. De unde trebuie să conchidem că, dacă individualii sînt introduşi în argumentele logice prin termeni singulari liberi, ei sînt la fel introduşi şi prin cuantificatori. Ceea ce realmente distinge o variabilă legată de un termen singular liber, s-ar putea spune, nu e atît faptul că este legată de un cuantificator, cît mai ales că este restrînsă de domeniul cuantificatorului.

Această restricţie are de asemenea ca efect faptul că cuantificatorii paraleli (adică cuantificatorii cu domenii care se suprapun) nu se poate spune că adaugă la numărul individualilor pe care-i considerăm în relaţia lor reciprocă. Ei pot introduce noi cazuri de considerat, dar ei nu complică complexele de individuali pe care îi luăm în seamă.

Întrucît o variabilă legată nu se referă la nici un individual particular, nu are sens să ne întrebăm dacă un pas argumentativ care cuprinde cuantificatori introduce noi individuali în argumentare. Putem întreba, totuşi, dacă el sporeşte numărul individualilor pe care noi îi considerăm în relaţia lor reciprocă în premise. Dacă da, pasul argumentativ este sintetic într-un sens strîns legat de sensul III—îl vom numi sensul III(b)—, deoarece atunci noi nu analizăm doar în concluzie un complex de individuali care au fost deja consideraţi în premise.

Pe baza celor ce au fost spuse, nu este dificil de văzut cum este determinat numărul maxim al individualilor pe care îi considerăm în relaţia lor unul cu altul într-un enunţ cuantificaţional. Ce sînt individualii pe care-i putem considera într-o parte anumită a unui enunţ cuantificaţional, să zicem între o anumită pereche de paranteze? Există două genuri de asemenea individuali: (i) individualii la care se referă diferiţii termeni singulari liberi ai enunţului; (ii) individualii pe care sîntem invitaţi să-i considerăm

prin diferiții cuantificatori în cadrul domeniului în care ne mișcăm[31]. Ca urmare, numărul maxim dorit al individualilor pe care-i putem considera împreună într-un anumit enunț S este obținut ca sumă a două numere: (i) numărul termenilor singulari liberi ai lui S; (ii) numărul maxim al cuantificatorilor ale căror domenii au o parte comună în S.

Această sumă va fi numită *gradul* lui S. Al doilea membru al sumei va fi numit *adîncimea* lui S. Această noțiune admite cîteva explicații alternative. Ea poate fi definită ca maximul lungimii seriilor de cuantificatori cuibăriți. Oarecum mai popular, se poate spune că ea este numărul diferitelor straturi ale cuantificatorilor în S. Adîncimea $d(S)$ a lui S poate fi de asemenea definită recursiv astfel: $d(S) = 0$ ori de cîte ori S este atomar (sau o identitate); $d(S_1 \wedge S_2) = d(S_1 \vee S_2) =$ cel mai mare dintre numerele $d(S_1)$ și $d(S_2)$; $d[(Ex)S\ (x/a)] = d[(Ux)S(x/a)] = d(S) + 1$[32].

Conexiunea dintre noțiunea de adîncime și ideea numărului de individuali pe care-i considerăm împreună are o corespondență formală simplă. Dacă se cere (cum am făcut-o și cum este natural să se facă) ca cuantificatorii cu domenii ce se suprapun trebuie să aibă totdeauna variabile diferite legate de ei, atunci adîncimea unui enunț este minimul la care noi putem reduce numărul diferitelor variabile legate ale lui S, reunindu-le în maniera obișnuită. Ea este, cu alte cuvinte, tocmai numărul simbolurilor individuale legate diferit de care avem nevoie în S[33].

Pentru teoria cuantificării, putem astfel reformula sensul III(b) al analiticității într-un mod mai explicit:

III(c). Un pas argumentativ este analitic dacă și numai dacă gradul concluziei este mai mic sau egal cu gradul cel puțin al unei premise.

Trebuie clarificat faptul că numărul individualilor care sînt considerați în relația lor reciprocă într-un enunț are puțin de a face cu numărul individualilor care sînt asertați că există în lume de către enunț. Cînd eu spun că orice număr are un succesor, într-un anumit sens vorbesc despre toate numerele. Cu toate acestea, nu-i consider pe toți în relația lor unul cu altul. Eu nu spun nimic despre interrelațiile a două numere oarecare arbitrar alese, deși uneori ceva poate să decurgă din ceea ce spun cu privire la inter-

Scanned with OKEN Scanner

relaţiile lor. Într-un sens evident al cuvîntului, eu nu consider decît doi individuali în acelaşi timp: un număr arbitrar şi succesorul lui. În mod asemănător, spunînd că o relaţie este tranzitivă, într-un sens vorbesc despre întregul ei domeniu, dar eu corelez numai trei membri ai domeniului unul cu altul într-un acelaşi moment al timpului.

Sensul III(c) al analiticităţii se poate aplica argumentelor lungi în aceleaşi două feluri ca şi în cazul sensului II. Putem spune că o demonstraţie este analitică dacă şi numai dacă toţi paşii ei sînt analitici în sensul III(c). Acesta va fi designat ca sensul III(d) al analiticităţii. Un sens al analiticităţii mult mai important se obţine, totuşi, neluînd în seamă direcţia argumentului. În acest sens — pe care-l vom numi sensul III(e) — , o demonstraţie a lui S_2 din S_1 este analitică dacă şi numai dacă gradul oricărui stadiu intermediar este mai mic sau egal cu gradul sau al lui S_1 sau al lui S_2. Faptul că acest sens este mai natural decît sensul III(d) este sugerat de contrapoziţia tuturor paşilor unei demonstraţii a lui S_2 din S_1 prin care obţinem o demonstraţie a lui $\sim S_1$ din $\sim S_2$. În sensul III(e), noua şi vechea demonstraţie sînt sintetice sau analitice simultan, aşa cum mi se pare a fi îndreptăţit să aşteptăm pe baza faptului că diferenţa dintre cele două demonstraţii pare neesenţială pentru scopurile noastre. În sensul III(d), una dintre ele poate fi sintetică, iar alta analitică, ceea ce mi se pare mai degrabă straniu.

Un adevăr logic al teoriei cuantificării poate fi numit analitic dacă el poate fi demonstrat fără a utiliza enunţuri de un grad mai înalt decît acela al enunţului de demonstrat. Altfel spus, un adevăr logic al teoriei cuantificării este analitic dacă şi numai dacă el poate fi demonstrat analitic în sensul III(e) din tautologii propoziţionale de acelaşi grad. Un enunţ este analitic inconsistent dacă şi numai dacă inconsistenţa sa poate fi demonstrată fără a utiliza stadii intermediare al căror grad ar fi mai înalt decît propriul său grad. Cu alte cuvinte, un enunţ este analitic inconsistent dacă şi numai dacă o contradicţie propoziţională de acelaşi grad poate fi derivată din el analitic în sensul III(e).

În multe dintre sensurile pe care le-am definit, analiticitatea unui adevăr logic sau posibilitatea derivării unui

Scanned with OKEN Scanner

enunț din altul în mod analitic depinde de selecția subiacentă a axiomelor și a regulilor demonstrației. Pentru a specifica aceste sensuri ale analiticității mai corect, va trebui să spunem, ca urmare, mai mult despre selecția axiomelor și a regulilor de inferență. Numai dacă principiile acestei selecții ar fi descrise mai atent, am putea spune că am definit complet sensurile relevante ale analiticității[34]. Mă voi întoarce la această problemă într-o altă prelegere.

Sensurile III(c)—(d) ale analiticității sînt variații pe aceeași idee fundamentală III. Ele oferă o reconstrucție riguroasă a noțiunii analiticității a lui Kant, așa cum el a utilizat-o în filosofia matematicii. Voi încerca mai tîrziu să explic mai detaliat cum utilizează Kant aceste noțiuni de analiticitate și sinteticitate. Aici voi reaminti doar că pentru Kant esența metodei matematice era folosirea construcțiilor, adică introducerea reprezentanților individualilor distincți de conceptele generale, și aceasta era ceea ce făcea, după el, argumentele matematice sintetice[35]. Astfel, Kant explica caracterul sintetic al modurilor matematice de raționare arătînd de fapt că ele sînt sintetice în sensul al III-lea al nostru.

Ne vom întoarce la sensul III al analiticității și la relația lui cu filosofia matematicii a lui Kant într-o expunere ulterioară. Cea mai provocatoare întrebare care rămîne în suspensie aici este: avea dreptate Kant? Sînt modurile de argumentare pe care Kant le considera a fi tipic matematice, dar pe care noi astăzi le clasificăm ca aparținînd teoriei cuantificării, realmente sintetice în sensul III, cum credea Kant? La această întrebare mă voi întoarce, de asemenea, în prelegerile ulterioare.

Rămîne să menționăm încă un sens al analiticității. El se poate obține formulînd aceeași întrebare care ne-a dat celelalte sensuri ale analiticității, și anume: ce ne dă premisa unei inferențe? Poate cel mai natural răspuns este a spune că ea ne dă o anumită cantitate de informație. În această concepție, un pas al inferenței este analitic dacă el nu sporește această informație, adică dacă informația adusă de concluzie nu este mai mare ca informația adusă de premise. Un enunț este analitic în acest sens dacă el nu transmite nici o informație. Este natural să

Scanned with OKEN Scanner

denumim un asemenea enunț o tautologie. Această variantă a adevărului analitic poate fi etichetată de aceea ca adevăr analitic în sensul adevărului tautologic. Ea poate fi numită de asemenea analiticitate în sensul IV. Ea va fi analizată detaliat în prelegerea următoare.

Chiar fără o discuție detaliată, este suficient de evident că acest sens al analiticității a jucat un rol important în literatura filosofică. Kant identifica deja judecățile analitice cu cele care sînt doar „explicative" (*Erläuterungsurteile*) și judecățile sintetice cu judecățile care extind domeniul cunoașterii noastre (*Erweiterungsurteile*)[36].

Mai înainte, noi am găsit că, uneori, Kant este destul de aproape de sensul III al analiticității. Noțiunea analiticității la el poate fi de aceea caracterizată ca o mixtură a acestor două sensuri. A fost deja notat că similaritatea aparentă între această utilizare și sensul I al nostru este în mare măsură o iluzie, în ciuda faptului că acest aspect al concepțiilor lui Kant a fost adesea subliniat în expunerile recente. Noțiunea sa de analiticitate diferă de cea modernă, predominantă, mai mult decît au realizat mulți autori.

Recent, filosofii au afirmat de asemenea frecvent că adevărurile logice și poate și cele matematice sînt în anumite sensuri „vide" sau „tautologice". Sensul conținut aici nu a fost întotdeauna foarte clar. Dacă ar trebui să caracterizăm noțiunea curentă de analiticitate foarte succint, ea ar putea fi numită un compus al sensurilor I și IV, deși diferiți autori au accentuat diferit cele două elemente.

Această noțiune compusă nu este lipsită de dificultăți. Neclaritatea sensului I și dificultățile clarificării lui au fost deja înregistrate. Relația celor două sensuri nu a fost nici ea înțeleasă foarte limpede. Uneori ele au fost conectate într-o modalitate eronată. Este plauzibil să spunem că, pe cînd enunțurile analitice (adevărate) sînt adevărate doar în virtutea semnificațiilor termenilor pe care îi conțin, enunțurile sintetice adevărate sînt adevărate, de asemenea, în virtutea stării de lucruri factuale. Pare de asemenea plauzibil să concludem din aceasta că în același fel în care enunțurile sintetice transmit informație privind stările lucrurilor, în același fel enunțurile analitice transmit informație despre semnificațiile termenilor noștri sau despre

Scanned with OKEN Scanner

stările noastre conceptuale. Acest vid aparent este vid de informație factuală nelingvistică. În particular, această idee a fost sugerată ca o explicație a faptului că enunțurile logice și matematice au o funcție informativă neîndoielnică, în ciuda faptului că sînt tautologii în sensul de a nu transmite informație cu privire la stările de lucruri. S-a sugerat că informația pe care o poartă ele este în realitate conceptuală sau poate lingvistică[37].

Această linie de gîndire îmi apare nesatisfăcătoare[38]. Problema clarificării sensului IV al analiticității este în primul rînd o problemă a elucidării noțiunii de conținut informativ, pe care se întemeiază. În măsura în care această clarificare poate fi obținută, mi se pare, enunțurile analitice în sensul IV se transformă în enunțuri fără conținut informativ, lingvistic sau de alt gen. Poate există un sens în care enunțurile analitice servesc ilustrării relațiilor conceptuale, dar sensul în care ele transmit informație cu privire la asemenea relații nu a fost niciodată descifrat cu suficientă claritate. Mi se pare, dealtfel, că, în măsura în care această funcție informativă a enunțurilor analitice poate fi clarificată și studiată, sensul folositor al analiticității este III mai degrabă decît I.. Sensul în care rezultatele matematice netriviale transmit informație chiar dacă ele pot fi demonstrate în teoria cuantificării este o problemă filosofică semnificativă și importantă, dar eu cred că ea este mai bine formulată întrebîndu-ne dacă ele sînt analitice sau sintetice în sensul III. Acesta este un lucru pe care trebuie să-l reținem cînd studiem sensurile III și IV ale analiticității (în ordinea inversă) ceva mai apropiat. Dacă (și cînd) acestea și alte posibile sensuri ale analiticității ar fi în mod satisfăcător trasate, am fi poate întrucîtva mai îndreptățiți să numim epoca noastră filosofică epoca analizei.

Diferite sensuri ale analiticității

1. Adevărurile analitice sînt adevăruri numai în virtutea semnificațiilor termenilor pe care îi conțin. (Adevărul analitic ca adevăr conceptual.)

I(a). Adevărul analitic se bazează numai pe definițiile termenilor.

Scanned with OKEN Scanner

I(b). Adevărurile analitice cuprind definiţii şi consecinţele lor logice.

I(c). Adevărurile analitice sînt acelea care pot fi demonstrate numai cu mijloacele legilor logice generale şi definiţiilor. (Frege).

I(d). Adevărul analitic cuprinde adevărurile logicii şi pe toate adevărurile ce se pot reduce la acestea prin substituirea sinonimilor. (Quine).

II. Un pas argumentativ este analitic dacă concluzia sa este un subenunţ al uneia dintre premise.

II(a). Un argument este analitic dacă toţi paşii lui sînt analitici în sensul II.

II(b). O demonstraţie a enunţului S_1 din enunţul S_0 este analitică dacă toate enunţurile care apar ca stadii intermediare ale acestei demonstraţii sînt subenunţuri fie ale lui S_1 fie ale lui S_0.

III. Un pas argumentativ este analitic dacă el nu introduce noi individuali în discuţie.

III(a). Un argument analitic nu poate conduce de la existenţa unui individual la existenţa unui individual diferit.

III(b). Un pas argumentativ este analitic dacă el nu sporeşte numărul individualilor consideraţi în relaţia lor reciprocă.

III(c). Un pas argumentativ este analitic dacă gradul concluziei nu este mai mare decît gradul al cel puţin uneia dintre premise.

III(d). Un argument este analitic dacă toţi paşii lui sînt analitici în sensul III(c).

III(e). O demonstraţie a enunţului S_1 din S_0 este analitică dacă nici un enunţ care apare ca stadiu intermediar al acestei demonstraţii nu are un grad mai înalt decît S_0 şi S_1.

IV. Un pas argumentativ este analitic dacă informaţia adusă de concluzie nu este mai mare decît informaţia adusă de premise. (Adevărul analitic ca adevăr tautologic).

(În această listă „dacă" se va citi „dacă şi numai dacă").

Scanned with OKEN Scanner

II. KANT JUSTIFICAT*

Într-o prelegere anterioară a fost prezentat un număr de sensuri diferite ale analiticității. Unele dintre ele sînt familiare dar vagi, altele nefamiliare dar destul de exacte, cel puțin în aria limitată a teoriei cuantificării în care le-am considerat. Printre ultimele există un sens sau o grupă de sensuri în care un pas argumentativ este analitic dacă și numai dacă el nu introduce nici un nou individual în raționamentul nostru. În acest sens, o inferență este analitică dacă în ea se analizează doar interrelațiile individualilor care au fost menționați deja în premise, fără a „trece dincolo" de ei, în sensul considerării altor individuali. Acest grup de sensuri a fost înregistrat ca sensul III al analiticității. El are cîteva variante, pe cele mai importante le-am numit III(a)—(e). În formularea lor, ne-am folosit de noțiunea de grad al unui enunț cuantificațional. Intuitiv vorbind, gradul unui enunț cuantificațional este numărul maxim al individualilor pe care îi considerăm împreună în relația lor reciprocă în orice parte a enunțului respectiv. Formal, el este suma a doi membri, unul fiind numărul termenilor lui singulari liberi, al doilea (numit adîncimea lui) numărul diferitelor straturi de cuantificatori pe care îi conține[39].

În prelegerea de față, acest grup de sensuri va fi studiat oarecum mai detaliat. Un punct de plecare ne este oferit de ceea ce am găsit în prelegerea precedentă**. S-a arătat acolo că orice enunț cuantificațional consistent are o formă normală distributivă, în care el este o disjuncție a anumitor conjuncții numite constituenți. Această formă normală este o generalizare a ceea ce este cunoscut ca formă normală disjunctivă completă a logicii propoziționale. Fiecare constituent care nu are nici un termen singular liber s-a văzut că are următoarea structură:

$$(1)\quad (\mathrm{E}x)\,C_1(x) \wedge (\mathrm{E}x)\,C_2(x) \wedge \ldots \wedge (\mathrm{E}x)\,C_n(x) \wedge (\mathrm{U}x)[C_1(x) \vee \vee C_2(x) \vee \ldots \vee C_n(x)],$$

---

* *Kant Vindicated*, în *Deskription, Analitytizität und Existenz*.
** *Are Logical Truths Tautologies?*, în același volum, p. 215—233.

unde orice $C_i(x)$ are din nou o structură similară (dacă constituentul respectiv nu are adîncimea unu). Această structură este de fapt reprezentativă pentru structura constituenţilor în general. În cazul general, membrii adiţionali înşişi ai construcţiei (1) sînt conjuncţii de enunţuri atomare negate şi nenegate. În plus, în cazul general pot fi prezenţi în enunţurile $C_i(x)$ termeni singulari liberi.

Diferenţa principală dintre formele normale distributive ale logicii propoziţionale şi ale teoriei cuantificării monadice (1-ară), pe de o parte, şi cazul general (constituenţi de adîncimea doi sau mai mult), pe de alta, este aceea că în cazul general unii dintre constituenţi sînt inconsistenţi. Acest fapt se vede imediat că este relevant pentru unul dintre sensurile analiticităţii. Dacă (1) este inconsistent, negaţia sa este logic adevărată. Această negaţie se observă repede că este echivalentă cu enunţul următor:

$$(2) \qquad [(Ex)\,C_1(x) \wedge (Ex)\,C_2(x) \wedge \ldots \wedge (Ex)\,C_n(x) \supset$$
$$\supset (Ex) \sim C_1(x) \wedge \sim C_2(x) \wedge \ldots \wedge \sim C_n(x)].$$

Ce spune în acest fel (2)? El spune că, dacă există individuali de un anumit gen C_1, C_2, ..., C_n, atunci există de asemenea un individual care nu aparţine nici unuia dintre aceste genuri. Dar aceasta înseamnă că (2) ne dă posibilitatea să inferăm existenţa unui individual de un gen determinat din existenţa unui număr de individuali care sînt în mod necesar diferiţi de el, avînd proprietăţi diferite. Cu alte cuvinte, (2) autorizează o inferenţă interindividuală în raport cu existenţa. Această inferenţă şi, într-o manieră, de asemenea, şi enunţul (2) sînt, prin urmare, sintetice în sensul III(a). Acest sens s-a observat a fi caracteristic lui Kant. Pentru Kant, orice inconsistenţă a unui constituent este astfel un exemplu aproape paradigmatic de adevăr sintetic, în ciuda faptului că această inconsistenţă este în întregime o problemă a logicii cuantificării. Convers, se poate arăta că în spatele oricărui adevăr logic de forma (2) stă (în afara unor excepţii triviale) inconsistenţa cel puţin a unui constituent[40]. Deci putem spune aproape cu exactitate că un adevăr este sintetic în sensul III(a) dacă şi numai dacă el se realizează (apare) prin eliminarea consti-

Scanned with OKEN Scanner

tuenților inconsistenți. În acest sens, multe adevăruri importante ale logicii cuantificaționale sînt, de aceea, sintetice.

Pentru a înlătura neînțelegerile, este important să se observe că inconsistența lui (1) este în mare măsură independentă de inconsistența posibilă a enunțurilor $C_i(x)$ care apar în (1). Inconsistența lui (1) nu este astfel, în mod obișnuit, de o varietate trivială, datorată inconsistenței unuia dintre constituenții componenți. Desigur, se poate întîmpla ca unul dintre enunțurile $C_i(x)$ să fie inconsistent; atunci (1) este de asemenea inconsistent. Dar aceasta va însemna doar că un constituent cu o adîncime mai mică (și un număr mai mare de termeni singulari liberi) este deja inconsistent. Dacă inconsistența sa este de o varietate trivială, putem străbate în continuare constituenți din ce în ce mai superficiali pînă cînd ajungem la unul care este inconsistent, deși el nu conține constituenți inconsistenți de o adîncime mai mică. Deci, cazurile triviale în care unul dintre enunțurile $C_i(x)$ care apare în (1) este deja inconsistent sînt de fapt paraziți ai cazurilor ne-triviale, care ar putea fi considerate de aceea ca tipice. Cu toate acestea, implicația (2) este uneori logic adevărată numai deoarece conjuncția sa antecedent este logic falsă. Atunci un număr de enunțuri de forma $(Ex)C_i(x)$ care apar în (1) vor fi incompatibile. Să admitem că $(Ex)C_i(x)$, ..., $(Ex)\ C_m(x)$ nu sînt incompatibile, dar că devin incompatibile dacă $(Ex)\ C_{m+1}(x)$ le este adăugat. Atunci implicația

$$(3)\quad [(Ex)\ C_1(x) \wedge \cdots \wedge (Ex)\ C_m(x)] \supset \sim\ (Ex)\ C_{m+1}(x)$$

este logic adevărată, deși antecedentul ei nu este inconsistent. Expunerile lui Kant arată că pentru el (3) ar fi fost, de asemenea, o instanță a adevărului sintetic[41]. Deci, acest caz special nu introduce o mare diferență aici. Am putea spune, în loc de III(a), că un argument analitic nu poate duce de la existența unui individual (sau a unui număr de individuali) la existența *sau nonexistența* unui individual diferit. Aceasta ar fi în conformitate cu intențiile lui Kant și ne-ar aduce mai aproape de inconsistența constituenților decît III(a).

Astfel în fiecare caz se obține o conexiune interesantă între sensul III(a) al analiticului și sinteticului, pe de o

parte, şi inconsistenţa unor anumiţi constituenţi, pe de alta. Aceasta nu este singura conexiune interesantă între observaţiile noastre din expunerea precedentă şi variantele diferite ale sensului III al analiticităţii. În prelegerea precedentă a fost descris un proces prin care fiecare constituent inconsistent se poate arăta că este inconsistent. El constă în expansiunea constituentului dat într-o disjuncţie de constituenţi cu aceleaşi simboluri predicative şi aceiaşi termeni singulari liberi, dar cu adîncimi care cresc mereu. Toţi constituenţii care apar în timpul acestui proces se zic *subordonaţi* celui original, iar procesul însuşi se numeşte un proces de *expansiune*. Dacă anumite criterii simple de inconsistenţă sînt aplicate tuturor constituenţilor care apar în timpul acestui proces, atunci pentru orice constituent inconsistent există o adîncime astfel încît toţi constituenţii subordonaţi lui la această adîncime sînt, după aceste criterii, inconsistenţi[42]. Aplicabilitatea acestor criterii poate fi mecanic testată în fiecare caz. Raţiunea pentru care aceasta nu produce o procedură de decizie este faptul că nu există, în mod obişnuit, o cale pentru a cunoaşte cît de departe trebuie extins un constituent dat pentru a scoate în relief inconsistenţa care se poate ascunde acolo.

Mulţi dintre paşii acestui proces sînt foarte inocenţi ca aspect. Ceea ce folosim în procesul expansiunii sînt doar regulile de convertire a unui enunţ în forma sa distributivă, plus unele reguli care au ca efect creşterea adîncimii constituenţilor, astfel încît se adaugă un nou strat de cuantificatori, pe cînd termenii singulari liberi rămîn aceiaşi. Adăugarea oricărei părţi triviale redundante unui constituent serveşte acestui scop în măsura în care ea sporeşte adîncimea constituentului cu 1. Din cauza acestei trivialităţi am fi tentaţi să spunem că fiecare stadiu diferă astfel de predecesorul său numai prin aceea că are o adîncime mai mare şi deci un grad mai înalt.

Ce înseamnă această creştere a gradului? După cum am văzut, ea înseamnă creşterea numărului individualilor consideraţi în relaţia lor unul cu altul. Creşterea acestui număr înseamnă prin III(b) sau III(d) semnul unei proceduri sintetice. Procesul expansiunii, prin care constituenţii inconsistenţi pot fi arătaţi ca fiind inconsistenţi, este astfel o procedură sintetică în aceste două sensuri.

Scanned with OKEN Scanner

Urmează că această metodă de demonstrație, care se obține ușor în termenii formelor normale distributive și ale expansiunilor lor, este sintetică în sensul III(e)[43]. În mod asemănător, procedura de demonstrație corespunzătoare, pe care o obținem ca dualul procedurii de respingere pe care ne-o dă procesul de expansiune, este sintetică în sensul că nu toate adevărurile logice pot fi demonstrate analitic în sensul III(e) din tautologii propoziționale de gradul lor propriu. Pe scurt, procedurile de demonstrație și respingere pe care le obținem în acest fel sînt în mod normal sintetice. Singurul caz în care nu sînt sintetice apare cînd o demonstrație nu se realizează prin eliminarea nici unui constituent inconsistent sau, alternativ (avem aici posibilitatea de a ne alege conceptele în diferite feluri), cînd o demonstrație nu se realizează prin eliminarea constituenților inconsistenți cu ajutorul primei ridicări a adîncimii. Ultimul dintre aceste două drumuri scoate în relief mai fidel decît primul spiritul unor asemenea caracterizări ale analiticității ca III(b).

Este oare această sinteticitate a demonstrațiilor cuantificaționale o caracteristică accidentală a procedurii expansiunii? Mi se pare că nu. Aici, ca și în multe alte cazuri, formele normale distributive evidențiază numai într-o formă accentuată trăsăturile care aparțin tuturor enunțurilor cuantificaționale, deși în mod obișnuit într-o formă mai puțin explicită. De fapt, se poate arăta că, într-un anume sens, observațiile pe care le-am făcut cu privire la formele normale distributive și cu privire la căile prin care ele sînt în mod natural demonstrate sau respinse scot în evidență o caracteristică inevitabilă a tuturor sistemelor complete ale demonstrației în teoria cuantificării. În măsura în care aceste sisteme sînt într-un sens anumit naturale, ele, toate, trebuie să ne permită demonstrarea și respingerea enunțurilor cu ajutorul enunțurilor de un grad mai înalt.

Sensul de naturalețe care este implicat aici prezintă un anumit interes prin el însuși. Ce înțelegem noi „în mod natural" printr-o axiomă și printr-o regulă de inferență (sau de demonstrație)?

În mod obișnuit, noțiunea de axiomă în sensul ei cel mai larg este identificată cu aceea a unui predicat general

Scanned with OKEN Scanner

recursiv 1-ar al numerelor Gödel ale formulelor sau enunţurilor respective, iar noţiunea de regulă de inferenţă este, de asemenea, identificată cu aceea a unui predicat general recursiv 2-ar al aceloraşi numere Gödel[44]. Nu s-a arătat însă, după cîte cunosc, că această identificare nu justifică complet ceea ce noi înţelegem probabil printr-o regulă de inferenţă. Intuitiv vorbind, ceea ce vrem să numim axiome sau reguli de inferenţă trebuie să depindă numai de ceea ce spun enunţurile respective. Numărul Gödel al unui enunţ depinde evident de multe alte lucruri, în afară de aceasta. El depinde, de asemenea, de ceea ce constituie, în mod evident, trăsături pur notaţionale ale enunţului dat. De exemplu, numărul repetiţiilor unui membru al conjuncţiei nu produce în nici un sens relevant o diferenţă în ceea ce enunţul respectiv spune, dar va produce, desigur, o diferenţă în numărul Gödel al lui. Mai general, o regulă de inferenţă nu trebuie să depindă de transformări pur propoziţionale ale enunţului dat sau ale părţilor lui[45]. De fapt, mi se pare că o mult mai bună aproximare a ceea ce realmente dorim să numim o regulă de inferenţă se poate obţine tocmai prin cererea acestui gen de invarianţă. Un predicat binar al numerelor Gödel al enunţurilor (formulelor) califică o regulă de inferenţă numai dacă el poate fi extins (considerat ca avînd loc între mai multe perechi de enunţuri) fără a afecta relaţiile de demonstrabilitate rezultante, astfel încît ele să devină invariante în raport cu schimbările în care o funcţie de adevăr a anumitor enunţuri sau subenunţuri este înlocuită printr-o funcţie de adevăr tautologic echivalentă a aceloraşi enunţuri sau subenunţuri[46]. Dealtfel, în acelaşi fel, ea trebuie să fie generalizabilă astfel încît să devină invariantă în raport cu permutările termenilor singulari liberi. În plus, se poate cere ca ea să nu introducă noi predicate. Cerinţe similare se pot impune şi asupra noţiunii de axiomă. Vom numi axiomele şi regulile de inferenţă care satisfac aceste exigenţe axiome şi reguli de inferenţă *naturale*.

Este posibil să avem în teoria cuantificării un sistem complet de reguli de inferenţă naturale (pentru demonstraţii) analitic în sensul III(e)? Este posibil să avem un sistem de reguli naturale de inferenţă care să ne dea posibilitatea să demonstrăm toate adevărurile logice ale teoriei

Scanned with OKEN Scanner

cuantificării fără a utiliza enunțuri de un grad mai înalt decît acela al enunțurilor de demonstrat? Adică pot fi ele demonstrate analitic în sensul III(e)? Pe scurt, sînt adevărurile logice ale teoriei cuantificării analitice în sensul III(e)?

Răspunsul la toate aceste întrebări este nu. Totuși, detaliile demonstrației acestui răspuns nu vor fi date aici. Va fi suficient să indicăm unele dintre ideile principale. Dacă considerăm enunțurile ca echivalente ori de cîte ori pot fi transformate unele în altele prin modificări pur propoziționale ale lor și ale unui număr de subenunțuri ale lor și dacă se consideră enunțurile a căror adîncime este mai mică decît un număr finit dat și ai căror termeni singulari liberi și simboluri predicative sînt scoase dintr-o mulțime finită dată de simboluri, atunci există numai un număr finit de clase de echivalență. (Admitem că adîncimea este d și numărul termenilor singulari liberi este t, atunci finitudinea este ușor de demonstrat prin inducție asupra lui d). Un reprezentant al fiecărei clase este ușor de construit. El poate fi considerat ca un gen de „formă normală" a membrilor acestei clase. O vom numi pe aceasta forma lor normală *primitivă*.

Să presupunem acum că există un predicat demonstrativ recursiv care nu adaugă niciodată termeni singulari liberi noi enunțurilor noastre și care este astfel încît toate demonstrațiile pot fi făcute analitice în sensul III(e). Dacă el este un predicat demonstrativ natural în sensul nostru, atunci el are loc între două enunțuri, dacă el are loc între formele lor normale primitive. Pentru a testa dacă el are loc între două enunțuri, putem simplu testa dacă el are loc între formele lor normale primitive. Deci, pentru a testa dacă un lanț de asemenea predicate demonstrative poate fi construit între S_1 și S_2 (adică dacă ancestralul[47] predicatului demonstrativ are loc între ele), putem testa dacă un asemenea lanț poate fi construit între formele lor normale prin alte forme normale. Din cerința analiticității decurge că aceste forme normale intermediare trebuie să aibă toți termenii lor singulari liberi printre aceia care apar în S_1 sau S_2 și trebuie să aibă un grad mai mic sau egal cu acela al lui S_1 sau S_2. Totuși, membrul unei asemenea forme normale primitive este finit. Există

de aceea numai un număr finit de stadii intermediare posibile și există de asemenea un test efectiv pentru existența unui lanț de predicate demonstrative conducînd de la S_2 la S_1, deci există un test mecanic pentru demonstrabilitatea lui S_2 din S_1. Cu toate acestea, în cazul cînd relația de demonstrabilitate pe care ne-o dă predicatul nostru demonstrativ nu poate fi atît fundată, cît și completă, deoarece, dacă ar fi astfel, am avea o metodă de decizie pentru teoria cuantificării[48].

Cu ajutorul unui argument suplimentar se poate arăta că ipoteza conform căreia predicatul demonstrativ nu introduce nici un termen singular liber poate fi omisă dacă vom cere ca predicatul demonstrativ să fie simetric în raport cu diferiții termeni singulari liberi[49]. De aceea toate demonstrațiile teoriei cuantificării nu pot fi realizate numai cu ajutorul regulilor naturale de inferență analitice în sensul III(e).

O regulă de inferență care este naturală în sensul definit mai sus, adică care poate fi extinsă (fără a afecta relațiile de demonstrație), astfel încît să devină dependentă numai de formele normale primitive ale enunțurilor respective, poate fi de asemenea extinsă (posibil prin întărirea ei nu însă într-un mod inadmisibil), astfel încît să devină dependentă numai de formele lor normale *distributive*[50]. Într-un sens, a cere ca o regulă de inferență să fie naturală este echivalent cu a cere ca ea să depindă numai de formele normale distributive ale enunțurilor respective.

Este interesant de notat că existența unei forme normale distributive, care a constituit rațiunea majoră pentru a spune că adevărurile logice ale teoriei cuantificării sînt analitice în sensul IV, se arată acum a fi strîns legată cu rațiunea pentru care aceleași adevăruri sînt sintetice în alt sens (adică nu sînt capturate de regulile naturale de inferență analitic în sensul III(e)).

Putem acum să-l justificăm pe Kant. Ceea ce înțelegea el cînd considera că argumentele matematice sînt normal sintetice era perfect just. Prin argumente matematice el înțelegea în primul rînd modurile de raționare care sînt astăzi tratate în teoria cuantificării. Dar tocmai s-a văzut că multe moduri de raționare cuantificaționale sînt inevitabil

Scanned with OKEN Scanner

sintetice într-un sens natural al cuvîntului. Acest sens este, de altminteri, strîns legat de intenţiile lui Kant, deoarece s-a arătat în prima mea expunere că grupul III al sensurilor analiticităţii poate fi considerat ca o foarte bună reconstrucţie a noţiunii kantiene a analiticităţii aşa cum a utilizat-o Kant în filosofia matematicii.

Înainte de a analiza în continuare implicaţiile filosofice şi istorice ale rezultatelor noastre, este oportun să vedem mai complet ce implică ele. Sistemele curente de reguli pentru teoria cuantificării conţin realmente reguli care să facă demonstraţiile rezultante sintetice în sensul III(e)?

Multe dintre ele, evident, conţin. Există anumite tipuri de reguli de inferenţă care *prima facie* par să fie împotriva a ceea ce s-a spus. De exemplu, regulile de inferenţă utilizate în metodele inferenţiale cunoscute sub numele de metode ale *deducţiei naturale*[51], în mod obişnuit, nu conduc de la o formulă la alta cu ajutorul unor formule de un ordin superior. Cum se acordă aceasta cu afirmaţia mea după care sistemele complete de reguli de inferenţă trebuie să conţină reguli sintetice în sensul III(e)?

Răspunsul este acela că regulile deducţiei naturale nu satisfac toate cerinţa de a fi invariante în raport cu permutaţiile termenilor singulari liberi [52]. Cînd într-un sistem al deducţiei naturale se merge de la $(Ex)S$ la o expresie de forma $S(a/x)$ (adică S cu z înlocuit de a), legitimitatea acestui pas depinde de alegerea termenului singular a. Cerinţa obişnuită este că a trebuie să nu coincidă cu nici unul dintre termenii singulari liberi care apar mai înainte în demonstraţie, că el trebuie să fie un *nou* termen. Deci acest pas depinde nu numai de enunţul (formula) $(Ex)S$, ci de toţi termenii singulari liberi care nu apar în el, dar care apar însă în stadiile anterioare ale demonstraţiei. Dacă numărul lor este adăugat gradului lui $(Ex)S$, avem un parametru care este o măsură mai realistă a numărului de individuali pe care îi considerăm în pasul demonstraţiei respective. Despre acest număr se poate arăta că trebuie să i se permită să depăşească gradele punctului de plecare şi ale punctului final ale deducţiei naturale. Dacă metodele deducţiei naturale sînt constrînse să se conformeze exigenţei pe care am formulat-o pentru reguli de inferenţă într-un sens intuitiv acceptabil, se observă astfel că ele

Scanned with OKEN Scanner

conţin elemente sintetice în acelaşi sens ca alte metode de demonstraţie din teoria cuantificării.

Putem considera, ca un exemplu, metoda pe care am schiţat-o în cîteva studii anterioare şi am numit-o metoda construcţiei mulţimilor-model[53]. Ea este convenabil prezentată în forma unei proceduri de respingere. Această procedură este formulată astfel încît să se aplice la mulţimi de enunţuri, nu numai la enunţuri individuale. Ca şi în metodele deducţiei naturale, vom considera aici gradul unei asemenea mulţimi şi nu numai gradul enunţurilor individuale. Aici gradul unei mulţimi finite de enunţuri poate fi definit simplu ca gradul conjuncţiei tuturor membrilor ei. Din cele două reguli cuantificaţionale de deducţie cu mulţimi de enunţuri*, regula (A.U) nu afectează gradul mulţimilor cuprinse. Singura regulă sintetică este (A.E), regulă care poate fi numită regula instanţierii existenţiale sau a specificării existenţiale. Ea ne dă voie să adăugăm $S(a/x)$ la o mulţime μ dacă $(Ex)S \in \mu$ şi a este un termen singular liber *nou*. Aceasta este regula care face construcţia de mulţimi-model sintetică[54]. Conexiunea ei cu ideea de bază a sensului III al analiticului şi sinteticului este suficient de evidentă. Această regulă întotdeauna introduce un nou individual în argument.

De fapt, pare a exista o strînsă conexiune între aplicaţiile acestor reguli şi creşterea adîncimii în procesul de expansiune descris mai înainte, deşi detaliile respingerii unui enunţ necesită un studiu mai aprofundat. Posibilitatea respingerii unui enunţ, fără a folosi (A.E), deci fără a mări adîncimea lui (exceptînd anumite cazuri relativ triviale), cu ajutorul regulilor noastre pentru construirea mulţimilor model este legată de posibilitatea respingerii lui prin indicarea faptului că toţi constituenţii formei lui normale sînt inconsistenţi în raport cu o mulţime de criterii simple de consistenţă. Aceste criterii vor fi descrise în detaliu într-un studiu al meu care va apare ulterior[55]. Aici este de ajuns să spunem că ele cer de fapt ca să nu rezulte o inconsistenţă

---

* (A.E) Dacă $(Ex)p \in \mu$, atunci $p(a/x) \in \mu$ pentru cel puţin un simbol individual liber a.
(A.U) Dacă $U(x)p \in \mu$, şi dacă b este un simbol individual liber care apare cel puţin într-o formulă a lui μ, atunci $p(b/x) \in \mu$.

Scanned with OKEN Scanner

evidentă prin omiterea unor părți ale unui constituent. Constituenții inconsistenți în raport cu aceste criterii vor fi numiți *trivial inconsistenți*. Aceste criterii sînt mai fundamentale decît criteriile de consistență pe care le-am indicat ultima dată. Criteriile date în prelegerea precedentă* se obțin de fapt ca criterii derivate atunci cînd se aplică criteriile de inconsistență trivială după ce am mărit mai întîi cu 1 adîncimea formei normale respective[56].

Unul dintre cele mai interesante și importante sensuri ale analiticului și sinteticului se obține stipulînd că un enunț este sintetic inconsistent dacă și numai dacă respingerea lui (cu ajutorul formei lui normale distributive și a procesului de expansiune) se bazează pe eliminarea constituenților nontrivial inconsistenți. Acest sens al analiticului și sinteticului este foarte strîns legat de sensul III(a) al acestor noțiuni. O diferență între acest nou sens și sensul III(a) este aceea că III(a) nu ne permite să distingem între inconsistența trivială și cea netrivială a constituenților. Mai mult, definiția originală a sensului III(a) nu ne spune dacă trebuie să considerăm pașii prin care un enunț este transformat în forma sa normală, și pașii prin care forma lui normală este extinsă, ca fiind neanalizabili, în sensul că definiția lui III(a) să li se poată aplica direct.

Similar, un enunț S_2 se poate spune că decurge analitic din S_1 dacă și numai dacă forma normală distributivă a lui S_1 va deveni o parte a formei normale a lui S_2 îndată ce constituenții trivial inconsistenți sînt eliminați din ea (forma normală respectivă conține, se consideră, toți termenii singulari liberi care apar sau în S_1 sau în S_2, avînd adîncimea celui mai adînc dintre cele două enunțuri S_1 și S_2). Caracterizări asemănătoare se pot da analiticității în toate celelalte contexte importante.

Sensul analiticului și sinteticului pe care-l obținem astfel va fi numit *forma explicită a sensului III* al acestor noțiuni. El poate fi dezvoltat ulterior în mai multe direcții. În primul rînd, putem face din sinteticitatea unei respingeri sintetice o problemă de gradualitate (cu ajutorul procesului de expansiune)[57]. Dacă în respingerea lui S cu ajutorul

---

* Vezi condițiile expuse în nota 42 de mai sus.

Scanned with OKEN Scanner

procesului de expansiune, trebuie să adăugăm n noi straturi de cuantificatori (crește adîncimea formei normale cu n), înainte ca toți constituenții expansiunii să fie trivial inconsistenți, atunci respingerea se poate spune că este sintetică de gradul n. Analiticitatea va fi sinteticitate de gradul zero. Inconsistența în virtutea criteriilor explicate ultima oară (prin analogie cu imaginile inteligibile obținute prin împreunarea unor figuri) va fi inconsistență sintetică de gradul întîi. Această noțiune este ușor de extins de la respingeri la demonstrații și la demonstrații cu premise[58].

Forma explicită a sensului III poate fi conectată de asemenea cu conceptele de informație și tautologie, deși cu informația și tautologia luate într-un sens diferit decît cel studiat în prelegerea anterioară. În această prelegere am admis că o mărime între zero și unu este atribuită oricărui constituent *consistent* (cu predicatele și termenii singulari liberi dați determinați), în așa fel încît suma tuturor mărimilor să fie unu. (Desigur, se va cere de asemenea ca mărimea unui constituent să fie egală cu mărimea totală a tuturor constituenților subordonați lui de orice adîncime dată.) Presupunînd o anumită atribuire de acest gen, am studiat cîteva căi de definire a informației semantice a unui enunț cu aceiași termeni singulari liberi, aceleași simboluri predicative și aceeași adîncime cu acești constituenți. Conceptul de informație semantică pe care l-am definit aici poate fi numit *informație de adîncime*. Un concept diferit al informației se obține în același fel dacă plecăm de la o atribuire similară de mărimi *tuturor* constituenților cu termeni singulari liberi, simboluri predicative și o adîncime fixate, în locul unei atribuiri în care sînt considerați numai constituenții consistenți. Numai constituenții *trivial* inconsistenți vor primi acum valori zero. Această nouă noțiune de informație poate fi numită *informație de suprafață*. Ea poate din nou să fie măsurată într-o varietate de căi analoge cu căile prin care se poate măsura informația de adîncime. Diferența dintre aceste căi nu este de aceeași importanță ca diferența între informația de suprafață și informația de adîncime. Această diferență ar putea fi explicată oarecum astfel: informația de adîncime este informația totală pe care o putem extrage dintr-un enunț cu ajutorul logicii. Informația de supra-

Scanned with OKEN Scanner

față este informație pe care un enunț ne-o dă înainte de a fi făcut asupra lui vreun lucru din multele pe care le putem face cu ajutorul logicii pentru a scoate în afară toată informația ce poate fi ascunsă în el. Urmează că informația de suprafață a unei consecințe logice a lui S poate fi mai mare decît informația de suprafață a lui S însuși, în ciuda faptului că informația de adîncime nu se mărește niciodată cînd se fac inferențe logice.

Noțiunea de informație de suprafață se pare că are alte utilizări interesante. De exemplu, ea apare strîns legată de asemenea noțiuni ca „a spune", „a aserta", „semnificație". Ceea ce un enunț „spune" sau „asertează" trebuie să fie strîns conectat cu informația pe care o transmite. Această informație nu poate fi informația de adîncime, totuși, deoarece un vorbitor în mod cert nu se poate spune că „asertează" ceva ce decurge la mare distanță din enunțul pe care l-a pronunțat. Este mult mai natural să-l legăm de informația de suprafață a acestui enunț. Dealtfel, despre un enunț dat se poate spune cît de multă informație de suprafață transmite, pe cînd se observă ușor că în mod obișnuit nu există o metodă recursivă pentru a calcula cantitatea de informație de adîncime pe care o poartă un enunț[59]. Deci, ceea ce un om „spune" poate fi cu greu corelat cu informația de adîncime, pentru că despre un om se poate zice în mod normal că știe cît de mare e informația pe care o dă altora explicit, deși el nu ar putea fi întotdeauna capabil să anticipeze cantitatea de informație pe care altcineva ar putea fi capabil să o deducă logic din ceea ce spune el.

În acest fel, cerința impusă anterior în această prelegere regulilor naturale de inferență primește o justificare mai adîncă. Această restricție a fost motivată de aplicabilitatea unei reguli naturale de inferență, depinzînd numai de ceea ce enunțul respectiv spune, nu de trăsăturile lui pur notaționale. Acest sens al „ceea ce enunțul respectiv spune" nu poate fi identificat cu informația de adîncime a enunțului. Deoarece această informație în mod obișnuit nu poate fi măsurată recursiv, nu vom putea fi în stare să obținem reguli de inferență admisibile în acest fel. Dar, dacă această noțiune a lui „a spune" este corelată cu informația de suprafață, obținem tocmai restricția care a fost impusă

Scanned with OKEN Scanner

regulilor naturale de inferenţă, deoarece cerinţa noastră intuitivă va însemna atunci că aplicabilitatea unei reguli de inferenţă trebuie să depindă numai de forma normală distributivă a enunţurilor respective (minus consistenţii trivial inconsistenţi). Şi s-a arătat deja că aceasta e echivalentă cu interpretarea originală pe care am dat-o cerinţei naturaleţei. Această interpretare şi noţiunea unei reguli naturale de inferenţă care rezultă din ea se dovedesc astfel a fi mult mai puţin *ad-hoc* decît ar fi apărut, poate, la început.

În acest fel, putem de asemenea corela forma explicită a sensului III al analiticităţii cu vechea exigenţă care impunea ca concluzia unui argument analitic să repete doar într-o formă diferită ceva ce a fost deja spus în premise. Dacă „a spune" este aici înţeles cu referinţă la informaţia de suprafaţă, aceasta este exact ceea ce se întîmplă cu forma noastră explicită a sensului III al analiticităţii.

Cele două noţiuni ale informaţiei produc ca un caz special (şi anume zero-informaţia) două diferite noţiuni ale tautologiei. Ele ar putea fi numite, nu surprinzător, tautologie de adîncime şi tautologie de suprafaţă. Primul concept a fost discutat în capitolul anterior. Aţi fost, poate, nesatisfăcuţi de modul în care eu în acel timp am îndepărtat toţi constituenţii inconsistenţi în definirea tautologiei (sau, dacă preferaţi, de modul în care le-am atribuit valori zero). Poate aţi considerat această îndepărtare oarecum prea dură, în ciuda justificării ce i s-a dat. Acum putem vedea că nu există raţiuni pentru a ne teme în această privinţă. Există două drumuri alternative pe care le putem urma aici. Unul dintre ele conduce la noţiunea de tautologie de adîncime, al doilea la aceea de tautologie de suprafaţă. Ceea ce este important nu e întrebarea falsă care dintre ele este corect. Ceea ce este important este să se realizeze că există aici două noţiuni diferite, fiecare dintre ele putînd fi definită într-o manieră perfect corectă şi naturală, şi să se perceapă diferenţele ca şi interrelaţiile care se obţin între ele.

Printre alte lucruri, distincţia dintre tautologia de suprafaţă şi tautologia de adîncime necesită o determinare a răspunsului care a fost dat în prelegerea anterioară la

Scanned with OKEN Scanner

întrebarea: sînt adevărurile logice tautologii? Dacă vom considera teoria cuantificării încă o dată ca un caz-test, putem răspunde la această întrebare mai complet ca înainte: adevărurile logice (ale teoriei cuantificării) sînt toate tautologii de adîncime, dar ele nu sînt toate tautologii de suprafață. Concepția acelor filosofi care consideră că argumentele matematice nu sînt analitice în sensul de a fi doar „explicative" este astfel cel puțin parțial justificată. Deoarece nici chiar toate acele argumente matematice care pot fi formalizate în teoria cuantificării nu sînt tautologii în sensul de a fi tautologii de suprafață.

În general, vedem că sensurile III și IV ale analiticității au mai multe lucruri comune decît pare la început. Dacă ele sînt dezvoltate într-o direcție convenabilă, ele sînt într-o oarecare măsură analoge. Ele pot avea de asemenea cîteva interesante interconexiuni. De exemplu, dacă valorile atribuite diferiților constituenți sînt distribuite în mod egal (în sensul că mărimea pe care un constituent de adîncimea d o are este întotdeauna divizată în mod egal între toți constituenții subordonați potriviți de adîncimea $d + 1$), atunci informația de adîncime a unui enunț este întotdeauna mai mare decît informația lui de suprafață. Dacă forma normală distributivă a unui enunț este extinsă și dacă toți constituenții trivial inconsistenți sînt omiși imediat ce apar, informația de suprafață a expansiunii se mărește. Cînd adîncimea tinde către infinit, informația de suprafață a expansiunii aproximează la limită informația de adîncime a enunțului.

În orice caz, cele două noțiuni ale informației coincid în teoria monadică a cuantificării. Aceasta decurge din faptul, notat în expunerea precedentă, că nu există constituenți monadici inconsistenți. Acest fapt este interesant, deoarece toate exemplele de adevăruri logice pe care filosofii dinaintea lui Frege le-au urmărit cu atenție aparțineau teoriei monadice a cuantificării, care conține ca o parte întreaga silogistică tradițională (silogistica ne-modală). Faptul că noțiunile de tautologie de suprafață și tautologie de adîncime coincid în acest domeniu a încurajat, probabil, ideea că adevărurile logice ar fi tautologice sau noninformative, de asemenea, în sensuri mai tari decît sensul IV al nostru.

Scanned with OKEN Scanner

Aceia care au realizat (mai mult sau mai puțin clar) că există moduri de argumentare valide ne-tautologice, în sensul de a fi informații de suprafață, au putut să reacționeze la această observație în moduri diferite. O posibilitate este ilustrată de Kant. De fapt, ea consta în restrîngerea cîmpului adevărurilor logice la teoria monadică a cuantificării (silogistica tradițională) și în clasificarea tuturor celorlalte moduri cuantificaționale de raționare ca matematice. Dacă se face astfel, atunci se poate spune, desigur, că adevărurile logice sînt toate doar explicative (tautologice), pe cînd raționamentul matematic este normal informativ, cu condiția, desigur, ca termenii „explicativ", „tautologic" și „informativ" să se admită că se referă la informația de suprafață.

Trebuie să realizăm, totuși, că ideile pe care se bazează această concepție constituie un contrast izbitor cu sensurile obișnuite moderne I(b)—(d) ale analiticității. Asemănarea aparentă între concepția lui Kant și concepțiile moderne se datorează faptului că, în ambele, noțiunea de analitic este legată foarte strîns de adevărul logic. Ceea ce nu se realizează întotdeauna, totuși, este faptul că Imm. Kant înțelege prin logică ceva complet diferit decît ceea ce înțeleg, probabil, filosofii moderni. Există ceva real în afirmația lui Peirce după care Kant și-ar fi revizuit ideea sa asupra relației matematicii cu logica dacă ar fi fost contemporan cu teoria sistematică a logicii relațiilor[60].

Noțiunea informației de suprafață este de asemenea importantă, întrucît ea impune corectări unor doctrine adesea susținute. Recent, mulți filosofi au fost impresionați de faptul că raționamentul logic și, de asemenea, multe importante tipuri ale raționamentului matematic nu ne dau nici o informație nouă cu privire la realitatea despre care vorbesc enunțurile noastre. Ei au sesizat, cu alte cuvinte, că raționamentul logic este analitic în sensul IV, adică tautologic în sensul tautologiei de adîncime. Ei și-au formulat însă adesea intuițiile lor într-o modalitate incorectă, deoarece ea implică faptul că raționamentul logic este analitic și în alte sensuri ale analiticității, de exemplu, că el este tautologic și în sensul tautologiei de suprafață. În mod frecvent, acesta este cazul cu remarcile filosofilor asupra naturii adevărului matematic. Astfel, unul dintre

Scanned with OKEN Scanner

cei mai proeminenți metodologi contemporani ai matematicii și științei scrie: „Întrucît toate demonstrațiile matematice se bazează exclusiv pe deducții logice din anumite postulate, decurge că o teoremă matematică, cum ar fi teorema lui Pitagora în geometrie, nu asertează nimic *obiectiv* sau *teoretic nou* în comparație cu postulatele din care este derivată, deși conținutul ei poate foarte bine să fie *psihologic nou* în sensul că noi nu am avut conștiința conținerii ei implicite în postulate"[61].

Idei similare au fost exprimate în alți termeni. De exemplu, s-a spus că, dacă y decurge logic din x, atunci „spunînd x ... eu am asertat deja pe y"[62].

Aceste formulări ar putea fi înțelese atît de liber, încît să devină adevărate. Așa cum sînt înțelese în mod natural, totuși, ele sînt mult prea generale. Nu este adevărat că o inferență logică nu ne dă nimic nou în vreun sens nepsihologic și obiectiv al cuvîntului. Noțiunea de informație de suprafață este o noțiune perfect obiectivă și ne-psihologică, iar o inferență logică în mod frecvent sporește acest gen de informație. La fel, a vorbi despre ceea ce noi *asertăm* sau *spunem* într-un enunț este ambiguu, deoarece aceasta s-ar putea referi fie la informația de suprafață, fie la informația de adîncime. După cum am indicat deja, mi se pare că informația de suprafață ar fi în mod obișnuit un candidat mai bun pentru acest rol. Dar, dacă enunțul citat mai sus este înțeles ca referindu-se la informația de suprafață, el este incorect. În acest sens, nu este adevărat să spunem că, asertînd pe x, noi deja asertăm orice poate fi asertat de consecințele lui logice, deoarece consecințele logice ale lui x pot avea mai multă informație de suprafață decît x și, prin urmare, pot aserta mai mult decît x.

Poate cea mai clară formulare a concepției că o inferență logică nu ne dă realmente nimic obiectiv nou se află în scrierile lui Ernst Mach. Vorbind despre demonstrațiile geometrice, el scria: „Dar dacă îndepărtăm cu atenție din ideea noastră [a concluziei] orice lucru care intră în ea doar ca o contribuție la construcție, și nu prin inferență [Syllogismus], găsim în ea nimic mai mult decît propoziția de la care am plecat"[63]. Faptul că noi nu vedem deodată concluzia în premise este, după el, o limitare doar psihologică. Dacă am putea, să spunem astfel, să privim la

Scanned with OKEN Scanner

premise dintr-un punct de vedere adecvat, am putea vedea deodată concluzia direct în premise[64]. Această părere este uneori dramatizată spunînd că Dumnezeu nu are nevoie de logică. Întrucît el este presupus liber de piedicile mintale cu care noi oamenii sîntem născuţi, el poate vedea simultan toate concluziile în premise.

Această concepţie se dovedeşte, cred, a fi greşită prin descoperirea faptului că inferenţa logică este sintetică, în sensul că, mergînd de la premise la concluzie, adesea trebuie să considerăm individuali care n-au fost menţionaţi nici în premise nici în concluzie. Nu este suficient doar să priveşti premisele într-o lumină corespunzătoare pentru a percepe concluzia acolo, deoarece tranziţia de la premise la concluzie nu poate fi îndeplinită fără ajutorul individualilor care nu au fost consideraţi în premise. S-ar putea întîmpla ca Dumnezeu să nu aibă nevoie de logică, ca el să se poată mişca de la premise la concluzie instantaneu. Dar aceasta nu ar fi numai datorită independenţei lui de obstacolele psihologice. Ea s-ar datora mai degrabă omnipotenţei lui prin care ar putea să introducă instantaneu toţi individualii auxiliari necesari în demonstraţie.

Astfel, grupul III al sensurilor analiticităţii serveşte la punerea în evidenţă a cel puţin unei raţiuni serioase pentru care raţionamentele logice şi matematice se poate spune într-un sens perfect natural al cuvîntului că „depăşesc premisele" şi „ne dau o informaţie nouă", în ciuda faptului că sînt tautologice în sensul tautologiilor de adîncime. Întrebarea pe care am formulat-o la sfîrşitul celei de-a doua prelegeri primeşte astfel un răspuns.

Ar fi poate bine să ne întoarcem la cele cîteva sensuri ale analiticităţii stabilite de noi şi să le comentăm, pe scurt, în lumina a ceea ce am aflat. Sensul III(c) poate părea oricît de explicit doriţi (cel puţin în teoria cuantificării). Cu toate acestea, se ascunde aici o capcană. Chiar dacă un pas argumentativ nu măreşte în mod explicit gradul enunţurilor noastre, aceasta s-ar putea întîmpla, deoarece el este o formă comprimată a unui lanţ mai lung de argumente, unele dintre stadiile intermediare ale acestora avînd într-adevăr un grad foarte înalt. Pentru a îndepărta această capcană, putem propune să se identifice un pas argumentativ analitic cu unul care nu se întemeiază pe

Scanned with OKEN Scanner

eliminarea constituenților ne-trivial inconsistenți. (Formele normale distributive ale premiselor trebuie să fie părți ale formei normale a concluziei, exceptînd constituenții trivial inconsistenți.) Aceasta are efectul egalizării sensurilor III(e) și III(a) pentru toate scopurile practice. Rezultă ceea ce am numit forma explicită a sensului III aplicată la pașii argumentativi. Numele acestui sens primește astfel o explicație și o justificare[65].

Pe baza modificării lui III(c), putem defini două sensuri ale analiticității aplicate la lanțuri de argumente, în analogie cu III(d) și (e). Ne vom referi la aceste sensuri modificate ca la formele explicite ale celor vechi. Ele dau naștere la sensuri corespunzătoare pentru adevărul logic analitic și pentru inconsistența analitică.

Relația dintre III(d) și (e) merită și necesită cîteva comentarii în plus. Ultimul sens este mai interesant și mai important. În acest sens, aproape toate adevărurile și demonstrațiile pe care le putem găsi probabil în texte logice sînt analitice sau pot fi ușor reconstruite ca ele să devină analitice. Excepția principală este poate constituită de regulile pentru schimbarea cuantificatorilor adiacenți: $(Ex)\ (Ey)\ S \supset (Ey)\ (Ex)\ S$ și $(Ex)\ (Uy)\ S \supset (Uy)\ (Ex)S$.

Aceste adevăruri logice sînt sintetice de gradul unu (în raport cu forma explicită a sensului III). Adevărurile logice sintetice de un grad mai înalt decît unu pot fi mult mai complicate.

O trăsătură satisfăcătoare a sensului III(e) este aceea că există o strînsă conexiune între posibilitatea demonstrării unei implicații $(S_1 \supset S_2)$ analitică în acest sens din tautologii propoziționale de același grad, pe de o parte, și posibilitatea demonstrării lui S_2 din S_1 analitic în același sens, pe de alta. O conexiune de acest gen este foarte greșită dacă utilizăm sensul III(d). Diferite argumente complet triviale devin sintetice. De exemplu, o inferență de la „orice om este muritor" la „Socrate este muritor" va fi sintetică. În ciuda acestui fapt, nu există motiv pentru a gîndi că implicația „Dacă orice om este muritor, atunci Socrate este muritor" ar putea să nu fie demonstrabilă analitic. Pentru aceste cauze, sensul III(d) ne apare mai degrabă nesatifăcător.

Scanned with OKEN Scanner

Totuşi, el nu este complet lipsit de valoare. Dimpotrivă, el pare a avea cîteva utilizări interesante. Este important să realizăm, de exemplu, că inferenţa de la „orice om este muritor" la „Socrate este muritor" ar putea foarte bine să fie considerată sintetică în sensul pe care îl avea în gînd Kant. Pentru el, o inferenţă logică are de-a face numai cu concepte generale. Introducerea unei intuiţii făcea argumentul sintetic. Termenul „Socrate" este în mod rezonabil un reprezentant al unui individual şi, deci, o intuiţie în sensul lui Kant. Ca urmare, inferenţa, oricît de trivială ar putea părea, poate fi foarte bine clasificată ca inferenţă sintetică în sensul kantian al termenului.

În orice caz, se poate argumenta că în faimosul său exemplu $7 + 5 = 12$ (care trimite înapoi la Theetet al lui Platon şi probabil la aritmetica pitagorică), Kant a gîndit în sensul lui III(d), şi nu a lui III(e)[66]. El nu a întrebat dacă în gîndul numărului 12 noi deja avem distinct într-un sens oarecare gîndurile numerelor 7 şi 5, cum întreba Descartes în cazul unui exemplu similar[67]. Kant a întrebat, mai degrabă, dacă din conceptul sumei lui 7 cu 5 noi putem să ajungem analitic la conceptul lui 12.

Pentru a observa că această diferenţă poate fi luată de fapt ca o instanţă a diferenţei sensurilor III(d) şi (e), ne putem aminti că există o cale pentru demonstrarea oricăror egalităţi aritmetice simple ca $7 + 5 = 12$ în teoria cuantificării (cu identitate). Ceea ce trebuie să facem este să luăm două simboluri de predicate monadice P şi Q şi să formulăm patru enunţuri S_1, S_2, S_3, S_4. Primul spune că exact şapte individuali are predicatul pentru care stă P. Al doilea spune că exact cinci individuali are predicatul pentru care stă Q. Enunţul S_3 spune că aceste două predicate sînt reciproc exclusive. Ultimul spune că exact doisprezece individuali are unul dintre cele două predicate.

Toate acestea se pot exprima cu ajutorul cuantificatorilor, conectivilor propoziţionali şi identităţii. De exemplu, S_2 poate fi următorul enunţ:

$$(Ex_1)\ (Ex_2)\ (Ex_3)\ (Ex_4)\ (Ex_5)\ (x_1 \neq x_2 \wedge \ldots \wedge x_4 \neq x_5 \wedge Q(x_1) \wedge \ldots \wedge Q(x_5) \wedge (Uy)\ (Q)y \supset (y = x_1 \vee \ldots \vee y = x_5))).$$

Adîncimea (gradul) acestui enunț este $5 + 1 = 6$. În mod asemănător, adîncimea lui S_1 este $7 + 1 = 8$, a lui S_4 este $12 + 1 = 13$, pe cînd adîncimea lui S_3 este 1.

A demonstra $7 + 5 = 12$ înseamnă acum a demonstra că S_1, S_2 și S_3 implică logic S_4. Deoarece adîncimea lui S_4 este mai mare decît a celorlalți, argumentul va fi sintetic în sensul III(d).

Un argument prin care implicația $(S_1 \wedge S_2 \wedge S_3) \supset S_4$ poate fi demonstrată poate fi comparat cu descrierea dată de Kant procesului de verificare a ecuației $7 + 5 = 12$. Lanțul inițial al celor șapte și cinci cuantificatori existențiali din S_1 și S_2 respectiv ne invită să considerăm mulțimile respective de șapte și cinci individuali. Aceasta este comparabilă cu ceea ce spune Kant asupra necesității de a trece dincolo de conceptele lui 7 și 5 și a recurge la folosirea mulțimilor particulare de șapte și de cinci individuali de orice alt gen. O parte principală a demonstrației formale constă în a lăsa ca cele două șiruri de cuantificatori existențiali inițiali ai lui S_1 și S_2 să fuzioneze într-un lanț mai lung de doisprezece cuantificatori existențiali. Aceasta se poate realiza, de exemplu, prin extinderea domeniului celor cinci cuantificatori inițiali ai lui S_2 unul cîte unul, astfel încît să includă și enunțurile S_1 și S_3. Aceasta este comparabilă cu ceea ce Kant spune despre adăugarea „unul cîte unul" a celor cinci unități cu ajutorul cărora a fost ilustrat conceptul lui 5 la unitățile prin care a fost ilustrat conceptul lui 7. Ceea ce rămîne de făcut în demonstrație este să se verifice că enunțul rezultant se poate transforma în S_4 prin anumite transformări triviale care depind de proprietățile identității. Acest proces simplu de verificare poate fi comparat cu ceea ce spune Kant despre „a vedea apariția lui 12" ca rezultat al adăugării celor două mulțimi de unități una alteia.

Astfel, există un destul de apropiat paralelism între cele două procese. Paralelismul se extinde și la aprecierea filosofică a demonstrației. Ceea ce face ecuația sintetică, în concepția lui Kant, este necesitatea îndeplinirii reale a adiției. Se vede că corespondentul acestei adiții în demonstrația formală pe care am schițat-o, și anume amalgamarea celor două lanțuri de cuantificatori existențiali într-un

lanţ mai lung este tocmai ceea ce măreşte adîncimea enunţurilor respective şi, ca urmare, tocmai ceea ce face demonstraţia sintetică în sensul III(d).

Putem determina conceptul nostru al analiticităţii să suporte de asemenea exemplul faimos al lui Langford şi Moore[68]. După definiţiile uzuale ale cubului în geometria euclidiană obişnuită, un cub are cu necesitate douăzecişipatru de unghiuri. Totuşi cineva poate să cunoască ce înseamnă cuvîntul „cub" şi să recunoască un cub cînd îl vede fără a realiza că un cub are acest număr de unghiuri.

Această posibilitate este corelată cu faptul că argumentarea prin care se poate stabili numărul unghiurilor unui cub este probabil să fie sintetică în sensul III(d). De exemplu, dacă noi definim cubul ca un solid limitat prin trei perechi de planuri echidistante care toate formează între ele unghiuri drepte, vom menţiona cel mult nouă entităţi geometrice (şase planuri şi trei unghiuri). Inferenţa de la o asemenea definiţie la concluzia că numărul unghiurilor unui cub este douăzecişipatru trebuie de aceea să sporească numărul obiectelor geometrice pe care le considerăm, adică ea trebuie să fie sintetică în sensul III(d).

În mod asemănător, observaţiile noastre par a arunca o lumină asupra altor probleme binecunoscute din filosofia logicii. Există o doctrină de o venerabilă vechime după care legile logicii sînt într-un anume sens legi ale gîndirii. Asociată cu această doctrină este ideea că inferenţele logice sînt, într-un sens oarecare, necesare şi de neînfrînt. Aristotel credea că, ori de cîte ori ambele premise ale unui silogism (cel puţin în cazul unui silogism perfect) sînt prezente în sufletul uman, „sufletul trebuie ... să afirme concluzia"[69]. Poate exista o anumită plauzibilitate în această idee cînd este aplicată la argumente analitice în sensul III (adică care sînt tautologii în sensul tautologiilor de suprafaţă). Pretinsa necesitate a inferenţelor logice se observă că este iluzorie, totuşi, de îndată ce vom considera inferenţele care sînt sintetice în sensul III. Dacă va trebui să facem noi înşine ceva înainte de a putea trage concluzia, anume să introducem noi individuali auxiliari în argumentare, atunci tragerea unei concluzii nu poate fi necesară în sensul că cineva nu poate să evite acest fapt. Inferenţele logice care sînt sintetice în acest sens nu vor fi inferenţe pe care

Scanned with OKEN Scanner

trebuie să le facem, ci mai degrabă inferențe pe care le putem face dacă dorim și sîntem suficient de ingenioși.

Nu este probabil o întîmplare faptul că ideea adevărurilor logice ca legi ale gîndirii și-a pierdut reputația aproape simultan cu dezvoltarea logicii moderne a cuantificării, majoritatea acesteia observîndu-se a fi sintetică într-un sens relevant, și anume în sensul III. În orice caz, pare a exista o conexiune istorică între ideea caracterului necesar al conexiunilor logice și ideea că ele sînt analitice în sensul III. De exemplu, există o mare asemănare între maniera în care Kant explică noțiunea sa de adevăr analitic și modalitatea în care Descartes explică noțiunea sa a conexiunii necesare. În ambele cazuri, o concluzie decurge din premise în maniera dorită dacă și numai dacă ea este implicată în conceptul premisei în așa fel încît ultimul nu poate fi conceput distinct fără a gîndi de asemenea și pe primul. Unele dintre exemplele lui Descartes sînt de asemenea foarte apropiate cu ale lui Kant[70].

S-a sugerat că ideea adevărurilor logice ca legi ale gîndirii a fost discreditată prin descoperirea faptului că ele sînt analitice (probabil în sensul IV al analiticității)[71]. Mi se pare mai relevant să inversăm această judecată. Faptul că adevărurile logicii nu sînt legi ale gîndirii este scos în evidență mai bine prin realizarea faptului că ele sînt sintetice în sensul III. Dacă ne dăm seama de aceasta, putem realiza că adevărurile logicii nu ne parvin automat, ci cer muncă din partea noastră. Regulile acestei munci nu pot fi formulate complet, în sensul că rezultatele ei rămîn în mod normal imprevizibile.

III. INFORMAȚIA, DEDUCȚIA ȘI A PRIORI-UL*

1. *Un scandal al deducției.* C.D. Broad a numit problemele nerezolvate cu privire la inducție un scandal al filosofiei[72]. Mi se pare că, în plus față de acest scandal al inducției, există un scandal la fel de îngrijorător al deducției. De gravitatea lui ne poate convinge pe fiecare dintre noi orice student inteligent care întreabă, după ce i s-a spus

---

* *Information, Deduction and the A priori*, *NOÛS* vol. IV, nr. 2, 1970.

că raţionamentul deductiv este „tautologic" sau „analitic" şi că adevărurile logice nu au „conţinut empiric" şi nu pot fi utilizate pentru a face „aserţiuni factuale": în ce alt sens, atunci, ne dă raţionamentul deductiv o informaţie nouă? Nu este oare absolut evident că există un asemenea sens, altfel ce valoare ar mai avea logica şi matematica?[73] Această întrebare poate cauza o jenă acută, deoarece nici un asemenea sens nu a fost vreodată definit în literatură. Singurul răspuns onest la întrebarea tînărului nostru imaginar este dat de acei cîţiva pozitivişti logici tradiţionalişti care au suficient curaj să nege existenţa oricărui sens obiectiv (ne-psihologic) în care inferenţa deductivă aduce o nouă informaţie[74]. Acesta este un răspuns simplu, deşi consecinţele lui (care nu sînt întotdeauna explicit menţionate) sînt oarecum implauzibile. Dacă nu ar avea loc în deducţie nici o creştere obiectivă, ne-psihologică a informaţiei, atunci am avea de-a face în ea doar cu o condiţionare psihologică, un anume gen de psihanaliză intelectuală, adaptată pentru a ne prezenta mai bine şi fără inhibiţii ceea ce, obiectiv vorbind, e deja prezent în faţa ochilor noştri[75]. Totuşi, mulţi filosofi nu au admis ideea că activitatea filosofică este un gen de curăţare a minţii. Ei nu sînt cu mult mai dispuşi să accepte ideea că toate activităţile multiple ale unui logician sau matematician contemporan sînt tot atîtea exerciţii terapeutice în vederea degajării obstacolelor psihologice şi a constrîngerilor mentale care ne împiedicau iniţial, după expresia unuia dintre aceşti pozitivişti sinceri[76], să fim „conştienţi de tot ceea ce noi asertăm implicit" deja în premisele inferenţei deductive respective[77]. Deşi mulţi filosofi nu acceptă aceste implicaţii ale doctrinelor pozitiviste, ei nu au reuşit deloc să producă însă vreo alternativă viabilă la aceste idei oneste şi lucid argumentate ale pozitiviştilor logici.

2. *Definirea informaţiei deductive.* Scopul acestui studiu este să schiţeze o asemenea alternativă prin conturarea unui sens al informaţiei în care raţionamentul deductiv ne-trivial să sporească informaţia noastră. Se va indica cum se poate defini acest gen de informaţie pentru toate enunţurile unui anumit limbaj de ordinul întîi aplicat (limbaj cuantificaţional, limbaj a cărui logică este aceea a calculului cu predicate inferior). Acest sens al informaţiei

este perfect obiectiv, și de aceea ne procură un contraexemplu pentru dogma pozitivistă. Natura lui dă naștere la alte noi reflecții de un considerabil interes filosofic, nu fără legătură cu ideile acelor vechi filosofi care au subliniat caracterul *a priori* al unor anumite părți ale cunoașterii umane.

Inevitabilele goluri din această schiță sînt, sper, umplute prin alte studii corelate ale mele, unele dintre ele publicate, altele în curs de apariție[78].

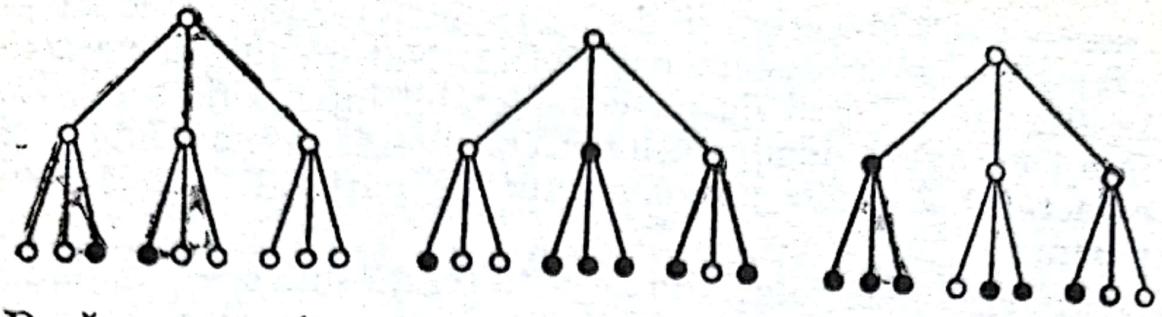
Măsurile de informație pe care le vom considera sînt definite în termenii unui sistem de valori de probabilități care sînt atribuite enunțurilor limbajului nostru de ordinul întîi aplicat[79]. Dacă p este funcția care ne dă aceste valori, oricare dintre definițiile obișnuite[80] ale informației (conținut informativ) ne dă ceea ce dorim, de exemplu una dintre următoarele:

(1) $\text{inf}\ (S) = -\log p(S)$;
(2) $\text{cont}\ (S) = 1 - p(S)$.

Cum se atribuie valorile $p(S)$ diferitelor enunțuri S? Ele ar putea să fie considerate ca grade de crezare (de un anumit gen) pe care cineva le atribuie rațional *(a priori)* enunțurilor S ale limbajului nostru.

3. *Structura limbajelor de ordinul întîi.* Pentru a explica cum este definită $p(S)$, trebuie să considerăm la început structura limbajelor noastre de ordinul întîi. Pentru simplicitate, ne vom restrînge atenția la enunțurile închise (adică enunțuri generale, enunțuri fără termeni singulari liberi). Considerațiile pe care le vom face despre ele sînt ușor de extins la alte genuri de enunțuri.

Structura totalității acestor enunțuri într-un limbaj dat de ordinul întîi (cu o listă determinată de predicate nelogice) poate fi descrisă în termenii unei structuri de arbore (inversat) (în sensul matematic al cuvîntului). Ramurile lui sînt în mod normal infinite. Nodurile lui sînt anumite enunțuri numite *constituenți*. Fiecare constituent aparține unei *adîncimi* determinate. Fiecare dintre ei acoperă un număr finit de constituenți de o adîncime imediat mai mare. Arborele nostru (inversat) arată cam astfel[81]:



Dacă un constituent se poate obţine dintr-un alt constituent dat prin coborîrea de-a lungul unei ramuri oarecare, primul se zice că este *subordonat* ultimului.

Fiecare enunţ închis S al limbajului nostru este caracterizat prin numărul straturilor de cuantificatori pe care-i conţine în profunzimea sa. Acest parametru va fi numit *adîncimea* lui S[82]. Toţi constituenţii care sînt localizaţi la adîncimea d a structurii de arbore vor trebui, în conformitate cu această definiţie, să aibă aceeaşi adîncime d. Cele două concepte ale noastre de adîncime sînt astfel esenţial echivalente. Mai mult, fiecare enunţ S de adîncimea d poate fi efectiv transformat într-o disjuncţie de constituenţi de aceeaşi adîncime d. Aceasta este ceea ce dă structurii de arbore semnificaţia sa generală pentru întregul nostru limbaj. Reprezentarea lui S ca o disjuncţie de constituenţi de aceeaşi adîncime se numeşte *forma normală distributivă* (complet disjunctivă) a lui S. Reprezentarea sa ca o disjuncţie de constituenţi de o adîncime oarecare $d + e$, mai mare, se numeşte *expansiunea* lui la această adîncime. Aceste forme normale şi expansiuni sînt strîns corelate, deoarece orice constituent este echivalent cu toţi constituenţii subordonaţi lui de o adîncime determinată mai mare. Oricare doi constituenţi de aceeaşi adîncime sînt reciproc incompatibili[83]. Oricare doi constituenţi compatibili cu un alt constituent dat aparţin ramurilor care trec prin el.

Virtual, toate problemele logice privind limbajul nostru pot fi rezolvate dacă s-ar putea localiza toţi constituenţii inconsistenţi în structura arborelui[84]. În mod obişnuit, totuşi, acest lucru nu se poate face efectiv (mecanic), din cauza indecidabilităţii logicii de ordinul întîi. Ceea ce putem face este să localizăm efectiv anumiţi constituenţi ţipător self-contradictorii pe care i-am numit *trivial inconsistenţi*.

Scanned with OKEN Scanner

(Putem să considerăm la punctele negre din diagrama noastră ca reprezentînd asemenea constituenți.) În plus, am demonstrat că într-un timp suficient de lung această metodă parțială de înlăturare a constituenților inconsistenți ne va da tot ceea ce dorim[85]. Un constituent poate fi inconsistent fără a fi trivial inconsistent, dar, dacă ne mișcăm din ce în ce mai adînc în diagramă, în cele din urmă inconsistența sa va fi trădată prin inconsistența *trivială* a tuturor constituenților subordonați de o anumită adîncime fixată. (Dacă am desprinde o ramură deîndată ce atingem un punct negru, atunci aceasta înseamnă că toate ramurile care trec printr-un constituent inconsistent se vor sfîrși la o anumită adîncime finită[86].) Indecidabilitatea logicii de ordinul întîi se datorează faptului că această adîncime nu poate fi efectiv prevăzută dinainte.

Se observă ușor că problema deciziei pentru o teorie a cărei singură constantă ne-logică este un constituent dat C (să zicem de adîncimea d) revine la a spune care constituenți subordonați lui C sînt inconsistenți[87]. Aceasta se extinde repede la disjuncții finite de constituenți.

Este important să se observe că pentru a rezolva problema deciziei, menționată mai sus, e suficient să se spună *cîți* constituenți inconsistenți de adîncimea $d+e$ (în funcție de e), subordonați lui C există. Dacă cunoaștem acest număr, putem decide *care* constituenți subordonați de adîncimea $d+e$ sînt inconsistenți numai luînd orice sistem de axiome complet al logicii de ordinul întîi și derivînd fără întrerupere teoreme pînă cînd numărul exact de constituenți subordonați de adîncimea $d+e$ apar printre negațiile teoremelor noastre. Atunci cunoaștem că cei care rămîn sînt toți consistenți.

4. *Definirea informației de adîncime. Defectele ei.* În termenii structurii noastre de arbore, problema definirii lui p poate fi descrisă foarte ușor. Pornim de la întregul bloc de probabilități al unei unități și începem să-l dividem. De cîte ori facem un pas în jos pe diagramă, valoarea (probabilitatea) unui constituent dat $C^{(d)}$ (de adîncimea d, de pildă) este oarecum distribuită între constituenții subordonați lui de adîncimea $d+1$. Principiile precise ale acestui demers nu sînt puse în discuție în acest studiu, doar o problemă principială se întîlnește aici: trebuie să

atribuim valori non-zero numai constituenţilor consistenţi, sau tuturor constituenţilor care nu sînt trivial inconsistenţi? Dacă vrem să definim probabilităţile în sensul obişnuit al cuvîntului sau să definim informaţia totală cu privire la realitatea la care se referă limbajul nostru, pe care o putem extrage dintr-un enunţ, nu trebuie să dăm valori non-zero numai constituenţilor inconsistenţi. Dacă atribuim valori non-zero constituenţilor consistenţi, obţinem sensuri bine definite ale informaţiei. Ele se vor numi măsuri ale informaţiei de *adîncime*, pe scurt $\inf_a$. Cu toate acestea, ele nu sînt prea realiste în raport cu toate intenţiile noastre. După orice principii semi-naturale care guvernează distribuţia valorilor, aceste măsuri ale informaţiei nu sînt efectiv calculabile. De exemplu, dacă urmăm regula cea mai simplă posibilă şi dividem întotdeauna valoarea $p(C^{(d)})$a unui constituent cu adîncimea d în mod egal între constituenţii lui consistenţi cu adîncimea $d+i$, trebuie să cunoaştem cîţi asemenea constituenţi există pentru a şti valoarea unuia dintre ei. Dar am văzut deja că a cunoaşte acest număr înseamnă a cunoaşte care dintre ei sînt inconsistenţi, ceea ce este în general imposibil de realizat în mod efectiv.

Dar măsurile de informaţie care nu sînt efectiv calculabile sînt aproape absurde. Ce utilizare realistă pot avea măsurile de informaţie care sînt astfel încît în principiu noi nu putem întotdeauna să cunoaştem (şi nu putem avea o metodă de a afla) cît de multă informaţie posedăm? Unul dintre scopurile pentru care a fost conceput conceptul de informaţie este acela de a ne da posibilitatea să examinăm ce anume cunoaştem (avem informaţie despre el) şi ce nu cunoaştem. O asemenea examinare este însă în principiu imposibilă, dacă măsurile noastre de informaţie sînt ne-recursive.

Aceeaşi observaţie poate fi făcută într-o manieră oarecum diferită, reamintind vechea idee importantă că informaţia este egală cu eliminarea de incertitudine. Din cauza indecidabilităţii logicii de ordinul întîi, o parte a inevitabilei incertitudini pe care trebuie s-o înfruntăm este incertitudinea asupra acelor constituenţi care sînt consistenţi şi a acelora care nu sînt consistenţi. Importanţa acestui gen de incertitudine trebuie să fie reflectată de orice măsură

Scanned with OKEN Scanner

realistă a informației pe care o posedăm realmente (distinct de informația pe care într-un sens anume o avem potențial disponibilă) și cu care noi putem să operăm în fapt.

5. *Definirea informației de suprafață. Informația de suprafață versus deducția.* Asemenea măsuri mai realiste ale informației se obțin prin atribuirea de valori diferite de zero fiecărui constituent care nu este trivial inconsistent. Aceasta înseamnă distribuirea valorii oricărui constituent $C^{(d)}$ între constituenții lui subordonați de adîncimea imediat superioară $d+1$, exceptînd numai pe cei trivial inconsistenți. O nouă situație pe care, din întîmplare, o putem întîlni aici este aceea că toți constituenții subordonați sînt trivial inconsistenți, pe cînd $C^{(d)}$ nu este. Aceasta înseamnă că o ramură se încheie în $C^{(d)}$. Ce se întîmplă cu valoarea sa? Un răspuns natural este următorul: trasăm ramura înapoi pînă la ultimul nod (corespunzînd, să zicem, constituentului $C_o^{(e)}$), din care cel puțin o ramură ajunge mai jos la adîncimea $d+1$[88]. Valoarea lui $C^{(d)}$ este atunci redistribuită între toți acești constituenți $C^{(e+1)}$ subordonați lui $C^{(e)}$ prin care cel puțin o ramură se întinde pînă la adîncimea $d+1$. (De exemplu, putem divide valoarea lui $C^{(d)}$ între ei proporțional cu vechile lor valori. Nu putem lăsa totuși această valoare „în repaus" la acești constituenți $C^{(e+1)}$, ci trebuie să ne mișcăm în continuare spre constituenți mai adînci pînă cînd atingem adîncimea $d+1$.

Măsurile de probabilitate și informație pe care le obținem în acest fel vor fi numite măsuri ale *probabilității de suprafață* și ale *informației de suprafață*, pe scurt p_s și inf_s.

Dacă sînt folosite metode suficient de asemănătoare de distribuire în definirea informației de adîncime și a informației de suprafață (de exemplu, dacă o distribuire egalitară este practicată consistent în ambele ocazii), se poate arăta că[89]

$$\lim_{e\to\infty} [\inf_s (E^{(d+e)}(S))] = \inf_a (S).$$

Aici $E^{(d+e)}(S)$ este expansiunea lui S la adîncimea $d+e$. Pe scurt, putem spune că informația de suprafață a unui

enunț converge spre informația lui de adîncime atunci cînd el este extins în forme normale mai adînci.

Acest fapt este interesant, deoarece în altă parte s-a arătat că toate tipurile obișnuite de operații logice (respingeri, demonstrații, deducții, demonstrații de echivalență, determinarea formulelor-Craig de interpolare, determinarea definițiilor explicite etc.) pot fi realizate prin mijloacele unui asemenea proces de expansiune[90]. Din această cauză se poate spune că informația de adîncime a unui enunț este informația sa de suprafață după ce l-am supus la întregul tratament logic de care putem dispune. Informația de suprafață și cea de adîncime pot fi numite informație pre-logică și, respectiv, informație post-logică.

Toate deducțiile non-triviale, reprezentate în forma de mai sus, cuprind expansiunea unui enunț dincolo de adîncimea lui originală, astfel încît să se arate că anumiți constituenți ne-trivial inconsistenți sînt de fapt inconsistenți. Aceasta rezultă, cum s-a arătat mai sus, din reamestecarea unor valori. Dacă sînt excluse de către S posibilități mai multe și cu valori mai mari ca înainte, atunci informația de suprafață a lui S crește, deoarece el ne reduce incertitudinea mai mult ca înainte. În acest sens deducția poate să mărească informația de suprafață. Se pot ușor defini alte cazuri interesante în care acest lucru apare de asemenea. Avem aici deci un sens obiectiv al informației în care deducția poate să mărească informația — un sens care infirmă definitiv, în acest punct, pe pozitiviștii logici.

6. *La ce se referă informația de suprafață? Natura constituenților.* Aceasta nu explică încă suficient natura informației de suprafață. Nu am înfruntat încă direct întrebarea care a apărut fără îndoială deja în mințile cititorilor mei. La ce anume din realitate se referă informația de suprafață?

Pentru a răspunde la această întrebare frapantă este recomandabil să cercetăm mai atent natura constituenților și a formelor normale. Structura limbajului nostru de ordinul întîi a fost explicată mai sus în termenii constituenților, dar n-am explicat încă natura intuitivă a definiției formale a unui constituent. Din fericire, poate fi dată deodată o schiță a ambelor. Un constituent de adîncimea d se poate spune că este o descriere explicită a unei

Scanned with OKEN Scanner

posibilități cu privire la lume — a unei „lumi posibile", dacă nu aveți obiecțiii la acest termen —, așa cum aceasta poate fi dată în limbajul nostru fără a vorbi de mai mulți decît d individuali luați împreună în relația lor unul cu altul[91]. Ce vrem să ne spună o asemenea descriere? Ea trebuie, desigur, să ne spună ceea ce noi putem aștepta să găsim în lumea astfel descrisă. Înainte de toate, ea trebuie să ne spună ce genuri diferite de individuali putem aștepta să întîlnim într-o asemenea lume posibilă. În al doilea rînd, ea trebuie să specifice, după ce am găsit unul dintre aceștia (să zicem x), ce genuri de individuali am putea întîlni în examinarea ulterioară a lumii[92]. Orice asemenea individual, fie y, va fi caracterizat prin relația lui cu x. Dacă dorim [să considerăm trei individuali în relația lor reciprocă, trebuie să specificăm, pentru orice x și y, cum sînt legate genurile diferite de noi individuali cu x și y pe care următoarea mișcare în acest „joc al explorării lumii" le pot descoperi; și așa mai departe pînă cînd noi am considerat toată mulțimea de d individuali în relația lor unul cu altul.

Ceea ce face un constituent este tocmai să ofere o asemenea listă (sau, mai precis, un sistem arborescent de liste ramificate) a diferitelor eventualități pe care cercetarea locuitorilor lumii respective le poate găsi atunci cînd ei sînt examinați în serii nu mai mari ca d. Este de așteptat în mod cert ca aceste liste să ne ofere descrieri generale explicite ale unor lumi posibile diferite, atîtea cîte pot fi date în limbajul nostru fără a considera mai mult decît d individuali simultan în relația lor reciprocă.

Unele descrieri de acest gen sînt însă incoerente. Unele dintre ele sînt evident self-contradictorii și pot fi îndepărtate fără multe formalități[93]. Altele par a fi corecte și pot fi arătate ca fiind inconsistente numai considerînd constituenți mai adînci (în mai multe sensuri). Înainte de a face realmente acest lucru cu un constituent inconsistent dat, trebuie să fim pregătiți pentru posibilitatea ca el să poată descrie o alternativă realizabilă. Dacă $t^{(d)}$ este o tautologie de suprafață de adîncimea d (adică o disjuncție a tuturor constituenților de această adîncime care nu sînt trivial inconsistenți), atunci probabilitățile condiționate de suprafață $p(S/t^{(d)})$ pot fi considerate ca grade de crezare

admisibile pentru un agent raţional care crede toate acele evenimente ca posibile care au fost descrise prin enunţuri de adîncimea *d* sau mai mică ne-trivial inconsistente[94]. Aceasta ilustrează izbitor semnificaţia conceptului nostru de informaţie de suprafaţă.

Ceea ce face forma normală a unui enunţ *S* (să zicem de adîncimea *d)* este astfel numai să spună care dintre posibilităţile relevante cu privire la lume sînt admise de *S* şi care sînt excluse. Cu cît mai multe posibilităţi sînt excluse de el, cu atît el reduce incertitudinea noastră şi cu atît este mai informativ. Posibilităţile relevante sînt cele care pot fi descrise cu ajutorul acelor resurse de expresie pe care le-am utilizat deja în *S*, cu ajutorul aceloraşi predicate şi al aceluiaşi număr de individuali consideraţi (în orice moment). Într-un sens direct, într-o formă normală a lui *S* semnificaţia sa este expusă atît de explicit cît ne permit resursele de expresie[95].

7. *Informaţia de suprafaţă ca informaţie despre realitate.* Să considerăm acum un constituent $C^{(d)}$ inconsistent, dar nu trivial inconsistent. Pentru ilustrare, să admitem că el este una dintre alternativele admise de un enunţ *S* pe care-l cunoaştem ca fiind adevărat. Creşterea informaţiei de suprafaţă presupune stabilirea inconsistenţei unor asemenea constituenţi. Atîta vreme cît n-am făcut aceasta, totuşi, trebuie să fim pregătiţi pentru genurile de experienţe despre care $C^{(d)}$ spune că pot avea loc, adică să fim pregătiţi să întîlnim anumite genuri de individuali corelaţi reciproc în anumite modalităţi.

Această pregătire ar putea fi chiar o problemă de precauţii practice şi de o considerabilă gravitate. Dacă şi informaţia noastră de suprafaţă creşte şi ajungem să cunoaştem inconsistenţa lui $C^{(d)}$, atunci ne eliberăm de necesitatea acestor pregătiri şi precauţii. Scăpăm, în cel mai concret sens imaginabil, de incertitudinea asupra lumii despre care vorbeşte enunţul nostru *S*.

8. *Informaţia de suprafaţă ca informaţie conceptuală.* În acest sens viu şi important, informaţia de suprafaţă este informaţie asupra realităţii. Totuşi, dacă ne îndreptăm atenţia nu asupra utilizărilor practice pe care le are informaţia de suprafaţă, ci asupra manierei în care ea este obţinută, este la fel de clar că această informaţie este de

asemenea într-un sens important conceptuală. Pentru a elimina un constituent inconsistent, dar nu trivial inconsistent, nu este suficient să avem dispoziția corespunzătoare, sau să privim problema dintr-un punct de vedere exact, astfel încît să fim în stare să vedem inconsistența lui direct în constituentul dat însuși. Este necesară în mod obișnuit o muncă dificilă, a cărei întindere poate fi obiectiv măsurată. Ceea ce totuși *nu* se cer sînt observații noi, experimente sau evidențe factuale de orice alt gen. Tot ceea ce va trebui să facem este să privim mai adînc în limbajul nostru, să executăm în continuare această analiză pur conceptuală a diferitelor evenimente neprevăzute pe care le putem întîlni examinînd lumea în care este adevărat un constituent. Fiecare constituent în sine realizează această analiză anticipatoare tocmai pînă la limita adîncimii lui proprii. Faptul că există constituenți inconsistenți, dar nu trivial inconsistenți este o caracteristică a sistemului nostru conceptual, o caracteristică a modului în care enunțurile de ordinul întîi sînt legate de realitatea la care se referă. Eliminarea unui asemenea constituent pare astfel a ne spune ceva asupra sistemului nostru conceptual, nimic însă asupra realității independente de conștiință.

9. *Informația conceptuală și cea reală sînt inseparabile.* Această dublă natură a informației de suprafață este la prima vedere extrem de deconcertantă. Nu este nenatural ca ceva asemănător acestei încurcate situații conceptuale (după cum am sugerat că a fost cazul) să fi inspirat doctrina lui Kant asupra caracterului sintetic *a priori* a adevărului matematic. Informația de suprafață pare a fi sintetică în măsura în care ea este despre realitate[96], și *a priori* în măsura în care este conceptuală.

Eu nu cred că formularea lui Kant este una deosebit de fericită, totuși. Punctul principal care este scos în evidență de dualitatea deconcertantă a informației de suprafață este inseparabilitatea informației conceptuale de cea factuală în limbajele de ordinul întîi. Cînd utilizăm un limbaj de ordinul întîi pentru a comunica, a înregistra sau a stoca informație asupra unui anumit aspect al realității, unele alternative doar aparente cu privire la lume sînt conținute în mod inevitabil. Eliminarea unora dintre ele dintr-o lovitură mărește *atît* aprecierea noastră asupra

Scanned with OKEN Scanner

realității, *cît și* aprecierea noastră asupra propriului sistem conceptual. Faptul adînc este aici că noi ne sprijinim pe medierea unui anumit sistem conceptual pentru a „atinge" realitatea. Cu cît cunoaștem mai bine modul în care lucrează acest sistem conceptual, cu atît mai eficient putem *ipso facto* să-l folosim în discutarea (descrierea, anticiparea etc.) realității. În acest sens, este greșit să întrebăm dacă informația de suprafață este informație „despre" lume sau „despre" conceptele noastre: ea este inevitabil și inseparabil ambele, deoarece (în sensul relevant al expresiei) nu se poate reduce incertitudinea asupra sistemului conceptual fără ca prin aceasta să nu se reducă de asemenea și incertitudinea cu privire la realitate.

Într-o altă expunere a mea[97], scriam: Sistemul nostru conceptual „lucrează ca un instrument foarte complex care conectează cunoașterea noastră cu realitatea la care se referă această cunoaștere. Instrumentul este atît de complicat încît noi nu cunoaștem care dintre înregistrările lui se datorează influenței realității care ne interesează și care dintre ele reflectă numai modul de funcționare al instrumentului însuși. Cu cît cunoaștem mai bine instrumentul, cu atît mai multe dintre înregistrările doar aparente le putem înlătura. Aceasta înseamnă, de asemenea, că noi putem utiliza instrumentul mai eficient decît înainte pentru cunoașterea realității pe care o ating antenele lui".

Inevitabilitatea acestei naturi duale a informației de suprafață se datorează indecidabilității logicii de ordinul întîi. Ceea ce indică această indecidabilitate este faptul că este imposibil să stăpînim sistemul conceptual în mod complet astfel încît să fim în stare să ne concentrăm exclusiv asupra informației pur factuale (informația de adîncime).

10. *Inseparabilitatea și a priori*-ul. Înțelegerea pe care am dobîndit-o mi se pare mai adîncă decît orice răspuns simplu la întrebarea dacă Imm. Kant sau pozitiviștii logici aveau „dreptate" în concepțiile lor cu privire la posibilitatea cunoașterii sintetice *a priori*. Mulți gînditori au susținut că prin activitatea de conceptualizare inteligența umană contribuie esențial la cunoașterea noastră. „*A priori*-ul are originile sale într-un act al intelectului; el ... poartă marca creației intelectului", scrie C.I. Lewis, fiind ecoul concepției unei lungi serii de gînditori

mai vechi[98]. Totuși, această subliniere a rolului activ, creativ al activității de conceptualizare a intelectului nu va fi deosebit de importantă dacă contribuțiile acestei activități ar putea să fie în orice moment particular net separate de contribuțiile realității. În mod normal ultimele ne interesează primele fiind de aceea capabile să ne capteze atenția numai dacă din anumite cauze ele nu pot fi separate de informația „neadulterată" asupra realității. Nu este întîmplător, mi se pare, că C. I. Lewis a subliniat rolul aprioricului în cunoaștere în aceeași măsură în care a subliniat imposibilitatea izolării „dat"-ului în experiența noastră și imposibilitatea de a-l exprima în limbaj (cf., de exemplu, *op. cit.*, p. 62).

O inseparabilitate de acest gen tocmai a fost descoperită aici. Această descoperire pune într-o nouă perspectivă, mi se pare, multe dintre vechile probleme cu privire la natura cunoașterii apriorice. Ea va afecta ideile noastre cu privire la interțeserea realității — în special realitatea socială — și a conceptelor noastre asupra ei, care a fost subliniată recent într-o formă oarecum brută de Peter Winch și de alții[99]. Ea poate arunca, de asemenea, o anumită lumină asupra acelui concept negativ care este o umbră de care nu se poate scăpa, concept care se referă la inseparabilitatea contribuțiilor sistemului nostru conceptual de contribuțiile „realității", și anume conceptul de *Ding an sich*. Acest concept indică, după vederile mele, idealizarea faptului de a fi în stare să consideri „lucrurile în sine" ca și cum ar fi complet independente de conceptele noastre și de activitatea conceptuală. Pentru ca acest concept să aibă vreo valoare, nu este suficient să depindă cunoașterea de activitatea noastră conceptuală. Dacă rezultatele acestei activități pot fi efectiv separate de contribuțiile realității independente de intelect, această realitate poate fi simplu identificată cu „lucrurile în sine", care devine astfel un concept vid. Însă, dacă (și în măsura în care) inseparabilitatea pe care am discutat-o se obține realmente, *Dinge an sich* trebuie să fie considerate în modul în care ele sînt descrise în mod tipic: indescriptibile și neclasificabile.

În același timp, discuția noastră arată cum pot fi și cum trebuie domesticite asemenea paradoxuri aparen-

Scanned with OKEN Scanner

te. Pentru noi, a vorbi despre *Ding an sich* nu înseamnă a vorbi despre o anume clasă stranie de entităţi transcendente. Ea conduce numai la o manieră mai dramatică de a vorbi despre obiectele perfect obişnuite în termeni pe care noi am putea să-i folosim dacă n-am fi limitaţi de această modalitate specială în care operează sistemul nostru conceptual. În cazul limbajelor de ordinul întîi, aceste limitări iau forma prezenţei unor posibilităţi doar aparente în orice încercare de a spune ceva. De aceea a vorbi de lucruri în sine aici înseamnă a încerca să discuţi lumea în termenii informaţiei de adîncime mai degrabă decît în aceia ai informaţiei de suprafaţă. Nu există nimic ilegal sau absurd în această încercare — atîta timp cît ne amintim că, în general, nu avem o metodă pentru a face altfel şi deci realităţile concrete pe care le înfruntăm trebuie să fie abordate în termenii informaţiei de suprafaţă mai degrabă decît în termenii informaţiei de adîncime. Dar, atunci, mi se pare că conceptul unui *Ding an sich* a fost întotdeauna înţeles nu în mod corect ori de cîte ori el a fost interpretat ca semnalînd o clasă specială de entităţi, şi nu ca o limită inaccesibilă, dar autoimpusă a cunoaşterii noastre.

De fapt, este chiar puţin inexact să se vorbească aici de inaccesibilitate. În cazul oricărui enunţ particular S, nu este numai cazul că informaţia de suprafaţă a expansiunii lui $\inf_s (E^{(d+e)}(S))$ aproximează informaţia de adîncime $\inf_d (S)$ ca o limită cînd e creşte indefinit. El va atinge realmente această limită la o anumită adîncime finită. Astfel, orice am dori să spunem despre obiectele cunoaşterii noastre qua *Dinge an sich*, noi putem să spunem de asemenea despre ele în cadrul limitelor sistemului nostru conceptual, dacă ducem suficient de departe analiza situaţiei. Singura greutate, aşa cum a fost deja indicat, este aceea că în general noi nu putem cunoaşte ce este „suficient" în sensul cerut. *Dinge an sich* sînt ascunşi de ochii noştri, am putea spune, nu prin inaccesibilitatea lor, ci prin faptul că noi nu putem în general să ştim dacă şi cînd le-am atins.

Situaţia conceptuală din limbajele de ordinul întîi oferă astfel un exemplu clar şi uşor de mînuit în termenii căruia cîteva dintre importantele probleme tradiţionale cu privire la cunoaşterea *a priori* pot fi discutate şi, cel

puțin în unele cazuri, rezolvate. Ubiquitatea și rolul central al logicii de ordinul întîi în discursul nostru — Quine a încercat chiar să-l utilizeze ca o „notație canonică", în care întregul vocabular și întreaga sintaxă necesară pentru scopuri științifice ar putea fi exprimate — sugerează puternic că rezultatele care pot fi obținute cu privire la acest caz special pot fi generalizate.

NOTE

[1] *The Great Ages of Western Philosophy*, vol. 6 *(The Age of Analysis)*, ed by Morton G. White, New York, 1957.

[2] Această discuție a fost inițiată în principal de către Quine și White; vezi W. v. O. Quine, *From a Logical Point of View*, Cambridge Mass., 1953, și Morton G. White, *Toward a Reunion in Philosophy*, Cambridge, Mass., 1955; vezi, de asemenea, evaluarea recentă a discuțiilor de către Hilary Putnam în *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 3, ed. by H. Feigl and G. Maxwell, Minneapolis, 1962, p. 359—360.

[3] El a conștientizat-o mai degrabă, numind distincția „clasică" și „vastă" (vezi *Prolegomene*, § 3, 5, p. 270 și 276 din volumul 4 al ediției academice a *Operelor* lui Kant).

[4] Cf. cuvintele lui Kant din *Prolegomene*, § 2 (p. 266, Ediția Academiei): „Judecățile analitice nu spun nimic în predicat care nu a fost deja gîndit în conceptul subiectului, deși nu atît de clar și cu aceeași cunoștință"; de asemenea, cf. *Critica rațiunii pure*, A6 = B10, și B17 („A" și „B" se referă aici la prima și la a doua ediție a C.R.P.). Remarcile lui Descartes asupra naturii conexiunilor necesare dintre idei, din *Regulae* (regula XII), sînt aproape similare (cf. Thomas Aquinas, *Summa Theologica*, I, 2, 1 (notă a lui P. Weingartner)).

[5] Cf., de exemplu, *Port Royal Logic* (partea a II-a, cap. 1), unde o propoziție sau o judecată este caracterizată ca o comparație de idei; Locke *Essay* (cartea a IV-a, cap. 1 § 2), unde cunoașterea, se spune, constă din „percepții ale conexiunilor și a acordului sau dezacordului și incompatibilității ideilor noastre".

[6] Cf., de exemplu, remarcile lui Moore despre maniera în care o expresie pentru un *analysans* al unui concept dat sau al unei propoziții date *(analysandum*-ul) nu trebuie numai să menționeze explicit conceptele cu ajutorul cărora *analysandum*-ul este analizat, ci să menționeze explicit și calea prin care ei sînt combinați în acest *analysandum;* în „A. Reply to My Critics", P. A. Schilp (ed.), *The Philosophy of G. E. Moore*, în The Library of Living Philosophers, vol. III, Evanston, 1942, în special p. 666—667.

[7] El se asociază, de asemenea, strîns cu adevărul *a priori*. Dacă cineva utilizează sensul analiticității pe care l-am abordat aici, nu-i este ușor să elimine identificarea prin definiție a adevărului analitic cu cel *a priori*.

Scanned with OKEN Scanner

De fapt, cel puţin un filosof contemporan a făcut această identificare aproape explicit (vezi Arthur Pap, *Semantics and Necessary Truth*, New Haven, 1958, p. 423). După părerea mea, aceasta deja sugerează că ceva este greşit cu sensul contemporan predominant al analiticităţii, pentru că, dacă adevărurile sintetice *a priori* există sau nu, nonexistenţa lor nu trebuie să fie doar o problemă de definiţie. Din punct de vedere istoric ar fi probabil mai corect să numim adevărurile conceptuale adevăruri *a priori* şi să păstrăm termenul „analitic" pentru alte scopuri.

În măsura în care există în general asemenea entităţi, unii filosofi au considerat că au discernut aici o confuzie între „a fi semnificativ" sau „a avea semnificaţie" şi „a avea o semnificaţie", numai ultima expresie angajîndu-ne faţă de existenţa semnificaţiilor ca entităţi separate.

[9] Cf., de exemplu, definiţia analiticităţii implicite a lui Pap, în *op. cit.*, nota 7, p. 423.

[10] Argumentele intuiţioniştilor se pare că ar arunca o anumită îndoială chiar asupra acestui punct. Nu cred că, la o analiză mai atentă, ei realmente fac acest lucru; dar chiar dacă ar fi aşa, aceasta doar va confirma ideea mea.

[11] Gottlob Frege, *Die Grundlagen der Arithmetik*, Breslau, 1884, trad. J. L. Austin, Oxford, 1950, ca *Foundations of Arithmetic* (vezi p. 99—101).

[12] W. v. O. Quine, *op. cit.*, nota 2, p. 22 ss. Quine nu crede, totuşi, că distincţia pe care o stabileşte în acest fel ar fi satisfăcător motivată.

[13] Vezi Imm. Kant, *Critica raţiunii pure*, A 150—153 = A 190—192 (trad. Norman Kemp Smith, Londra, 1929, p. 189—191), unde Kant scrie: „Deoarece, dacă judecata este analitică, ... adevărul ei poate fi întotdeauna cunoscut în mod adecvat în conformitate cu principiul contradicţiei". Acest principiu „aparţine numai logicii; el are loc pentru cunoaştere ... fără a se raporta la conţinut". Pentru conexiunea dintre adevărul logic şi analiticitate la Kant, vezi, de asemenea, Konrad Marc-Wogau, *Kant's Lehre von dem analytischen Urteil*, în *Theoria*, vol. 17 (1951), în special p. 152—153. Despre legătura dintre adevărul analitic şi definiţie la Kant, se poate observa că pentru Kant judecata analitică explicitează numai ceea ce de fapt (cu toate că în mod confuz) gîndim într-un anumit concept. Astfel, după Kant, „ceea ce eu gîndesc în conceptul meu de triunghi ... nu este altceva decît definiţia" (C.R.P. A 718 = B 746). În acest fel adevărul analitic este virtual identificat de Kant cu adevărul bazat doar pe definiţii.

[14] Citatul este din Imm. Kant, *Critica raţiunii pure* (B17, p. 53—54, din traducerea lui Kemp Smith). În prefaţa la ediţia a doua (B XII, p. 19 a traducerii), Kant explică în aceeaşi înclinaţie, ceea ce numeşte „adevărata metodă geometrică" descoperită de Thales sau de un alt grec, spunînd că această metodă „nu însemna să urmărească ceea ce el discernea în figură, sau chiar în conceptul simplu al ei şi să citească, ca să spunem astfel, din acestea proprietăţile ei, ci că trebuie să scoată afară ceea ce a fost implicat necesar în conceptele pe care el însuşi le-a format *a priori* şi a fost pus în figură în construcţia prin care el

Scanned with OKEN Scanner

și-a prezentat-o sieși". Aceasta este interesant, de asemenea, deoarece ne indică faptul că o interpretare răspîndită a teoriei lui Kant asupra metodei matematice este greșită. Cînd Kant spunea că demonstrațiile geometrice se întemeiază pe folosirea intuițiilor, nu înțelegea prin aceasta, în primul rînd, că într-un argument geometric trebuie să se construiască o figură și să se cerceteze aceasta pentru a-i afla proprietățile cu ajutorul unei imaginații geometrice bazate pe „intuiție", cum par să admită mulți filosofi contemporani că înțelegea Kant. Un asemenea apel la imaginația geometrică este virtual interzis de Kant. De fapt, citatul continuă astfel: „Pentru ca el să cunoască ceva cu certitudine *a priori*, nu trebuie să atribuie figurii nimic cu excepția a ceea ce decurge necesar din ceea ce el însuși a pus în ea în conformitate cu conceptul său". În *Critica rațiunii pure*, A 716 = B 744, Kant indică faptul că o demonstrație geometrică este „un lanț de inferențe", care decurg cu necesitate „din condițiile universale ale construcției". Este de asemenea instructiv să notăm că, atunci cînd Frege a introdus sensul său al analiticității, el a fost pe deplin conștient de îndepărtarea sa de utilizarea lui Kant. De fapt, el a indicat explicit că a extins domeniul termenului în comparație cu sensul lui Kant (*op. cit.*, p. 99—100). Precauția recomandabilă a lui Frege nu a fost întotdeauna menținută de succesorii săi.

[15] Este clar că John Locke ar fi dat înapoi în fața ideii că orice adevăr conceptual este analitic. Este adevărat că Locke nu folosea termenii „adevăr analitic" și „propoziție analitică"; cu toate acestea, el utiliza noțiunea de propoziție neînsemnată, pe care o descria într-o manieră amintind îndeaproape comentariile lui Kant asupra propozițiilor analitice. Locke nu gîndea că toate adevărurile datorate necesităților conceptuale sînt neînsemnate. Dimpotrivă, el a indicat că, în plus față de certitudinea mai mult verbală pe care o avem despre propozițiile neînsemnate, noi putem, de asemenea, „cunoaște adevărul și putem fi siguri de propozițiile în care se afirmă ceva despre altă propoziție, care este un adevăr necesar al ideii ei complexe precise, dar nu este cuprins în prima propoziție". Un asemenea adevăr este, după Locke „un adevăr real, și aduce cu el cunoaștere instructivă reală" și din această cauză nu este fără importanță (*Essay*, IV, cap. VIII, § 8).

[16] După cîte pot înțelege, aceasta este maniera în care Quine a avut intenția să conceapă definiția $I_{\Gamma}^{F}(d)$.

[17] Vezi, de exemplu, G. H. von Wright, *An Essay in Modal Logic*, Amsterdam, 1951; G. H. von Wright, *Deontic Logic*, în *Mind*, N.S., vol. 60 (1951); Jaakko Hintikka, *Knowledge and Belief*, Ithaca, New York, 1962.

[18] Într-un recent articol important (vezi referința 2), Hilary Putnam face cîteva importante observații care pot fi comparate cu cele de mai sus. Deși Putnam se exprimă diferit, una din tezele lui principale ar putea fi exprimată spunînd că mulți termeni importanți nu-și au semnificația lor din definiții sau din relațiile de sinonimie, ci din rolul pe care-l joacă în cîteva legi non-logice. Aceasta nu este diferită de observația pe care am făcut-o. Morala pe care o trage Putnam din exemplele sale este, cu toate acestea, diferită de a mea. El găsește distincția tradițională

Scanned with OKEN Scanner

între adevărurile analitice şi sintetice de-a lungul definiţiilor noastre I(c) sau (d) relativ neimportantă, dar pare totuşi a fi satisfăcut de încercarea de a o explica în acest fel. Morala pe care aş vrea s-o extrag eu din exemplele de un gen complet diferit este că sensul I(d) al analiticităţii este nesatisfăcător prin aceea că el nu prinde toate adevărurile conceptuale; şi cred că această morală poate de asemenea deriva şi din exemple mai degrabă asemănătoare cu acelea ale lui Putnam.

[19] Nu vreau să neg că cineva nu poate să identifice simplu adevărul analitic cu adevărul conceptual şi să fie perfect satisfăcut. Mi se pare, totuşi, că o asemenea noţiune a adevărului conceptual nu are nici o revendicare asupra termenului „adevăr *analitic*" sau a vreunei alte conexiuni cu noţiunea de analiticitate utilizată de asemenea filosofi clasici cum ar fi Kant, pînă nu a fost conectată cu noţiunea de analiză într-un fel sau altul. Noţiunea de adevăr conceptual nici nu este prin ea însăşi foarte clară; şi dacă cineva ar vrea s-o explice, cel mai util sens al analiticităţii s-ar putea dovedi a fi sensul IV, care va fi definit ulterior decît I(c) sau (d).

[20] E. W. Beth, *Semantic Entailment and Formal Derivability*, în *Mededelingen van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, Afd. Letterkunde, N.S., vol. 18, No. 13 (Amsterdam, 1955); E. W. Beth, *The Foundations of Mathematics*, Amsterdam, 1959 (vezi la pagina 193 pentru „idealul unei metode pur analitice"). Există un sens în care „raţionamentul linear" al lui Craig este de asemenea o realizare a aceluiaşi ideal (sau a unuia apropiat) al unei „proceduri pur analitice" (vezi William Craig, *Linear Reasoning*, în *Journal of Symbolic Logic*, vol. 22 (1957), p. 250—268).

[21] Vezi, de exemplu, G. Gentzen, *Untersuchungen über das logische Schliessen*, în *Mathematische Zeitschrift*, vol. 39 (1934), p. 176—210 şi 405—431; trad. franceză sub titlul *Recherches sur la déduction logique*, ed. de R. Feys şi J. Ladrière, Paris, 1955; E. W. Beth, *Formal Methods*, Dordrecht, Holland, 1962; John M. Anderson şi Henry W. Johnstone-jr., *Natural Deduction*, Belmont, Calif., 1962.

[22] M-am referit la problema propusă pentru prima dată de G. Takeuti în *On a Generalized Logic Calculus*, în *Japanese Journal of Mathematics*, vol. 23 (1953), p. 39—96, şi după aceea studiată de el în cîteva articole. Implicaţiile ei semantice au fost relevate de Kurt Schütte în *Syntactical and Semantical Properties of Simple Type Theory*, în *Journal of Symbolic Logic*, vol. 25 (1960, publicat în 1962), p. 305—326.

[23] Nu vreau totuşi să leg punctul meu de vedere de vreo distincţie ontologică între individuali şi entităţile de alte genuri. Ceea ce încerc să stabilesc este un criteriu pentru a distinge modurile sintetice de argumentare de cele analitice într-un limbaj cuantificaţional. Prin urmare, „individualii" mei pot fi pentru scopurile mele imediate entităţi ce pot servi ca valori ale variabilelor legate ale cuantificării. Nu cercetez acum condiţiile în care o entitate poate servi acest scop. Contrastul evident pe care mă bazez este acela între termenii singulari, care pot fi aplicaţi numai unui individual (o entitate), şi termeni generali, care pot fi aplicaţi mai multora.

Scanned with OKEN Scanner

[24] Vezi comentariile lui Kant asupra problemei lui Hume, în special în *Prolegomene* (referința 27 și p. 370—371 ale Editurii Academiei) și în *Critica rațiunii practice*. Enunțul III(a) este o formulare parțială a concluziei generale pe care Kant vrea s-o deriveze din discuția lui Hume a problemei cauzalității. Este numai o formulare parțială din două motive. Primul, Kant consideră de asemenea și inferențele de la existența unui individual la *non-existența* unui alt individual. Al doilea, el este interesat de asemenea de inferențele de la fapt la existența unui alt fapt (diferit). Că III(a) este în orice caz o parte din ceea ce înțelege Kant ne-o indică foarte clar formularea sa din *Critica rațiunii practice*, unde el explică poziția lui Hume astfel: „Nun ist es, sagt er, unmöglich, die Verbindung, die zwischen einem Dinge und einem anderen (oder einer Bestimmung und einer anderenganz von ihr verschidenen), wenn sie nicht in der Wahrnehmung gegeben verden, *a priori* und als notwendig zu erkennen". Întregul concept al cauzei (Kant îl expune pe Hume) se întemeiază pe o obișnuință, „gewisse Dinge oder ihre Bestimmungen öfters neben- oder nach-einander *ihrer Existenz nach* als sich beiggesellet wahrzunehmen" (partea I, cartea 1, cap. 1, § 2, subl. ns.); cf., de asemenea, remarcile finale ale lui Kant din *Prolegomene*: „Eu nu pot produce din conceptul unui lucru conceptul altui lucru a cărui existență (Dasein) este necesar corelată cu primul ...".

[25] Vezi *Ediția Academiei a operelor lui Kant*, vol. 2, p. 202—203.

[26] Această formulare presupune o anume conștiință ulterioară, deoarece, atunci cînd scria pasajul respectiv, Kant nu-și dezvoltase încă complet noțiunea sa a analiticității. Cu toate acestea, ideea mea este confirmată de operele ulterioare ale lui Kant.

[27] Vezi prefața, secțiunea a II-a (p. 257 și p. 260 ale ediției Academiei); compară și § 3 (p. 277—278), unde generalizarea kantiană a problemei lui Hume dă naștere propriei lui întrebări fundamentale: cum sînt posibile propozițiile sintetice *a priori*?

[28] Această paradigmă geometrică apare ca una dintre antecedentele istorice ale distincției lui Kant între analitic și sintetic (vezi lucrarea mea *Kantin oppi matematiikasta* („Teoria matematicii a lui Kant") în fiinlandeză, în *Ajatus*, vol. 22 (1959), p. 5—85, în special cap. 4).

[29] Vezi *Kantin oppi matematiikasta* (ref. 28), în special cap. 1. Pentru mărturie, vezi, de exemplu, *Critica rațiunii pure*, A 320=B 376—377; *Prolegomene*, § 8 (p. 282); *Lecțiile lui Kant de logică*, § 1.

[30] În general, Kant trage linia de demarcație între logică și matematică într-o modalitate diferită de a noastră (Vezi *Kanti oppi matematiikasta*, cap. 6).

[31] Următoarea obiecție acută a fost făcută împotriva acestui punct de profesorul Hector-Neri Castaneda: Acest număr nu este totdeauna numărul maxim al individualilor diferiți introduși de cuantificatori, deoarece valorile unor diferite variabile legate pot coincide chiar dacă domeniile cuantificatorilor la care sînt legate se suprapun. Această obiecție își pierde, totuși, ascuțimea dacă se acceptă ca acești cuantifi-

Scanned with OKEN Scanner

catori să se supună la ceea ce am numit interpretarea exclusivă (tare), sau se acceptă ca gradul unui enunț să fie măsurat numai după ce el a fost transformat într-o formă în care cuantificatorii lui se supun acestei interpretări; pentru că această interpretare se reduce la cerința ca valorile variabilelor legate de cuantificatori cuibăriți să fie diferită (cu privire la această interpretare și la posibilitatea transformării menționate, vezi studiul meu *Identity, Variables and Impredicative Definitions*, în *Journal of Symbolic Logic*, vol. 22 (1957), p. 225—245). În multe cazuri, distincția dintre cele două interpretări ale cuantificatorilor produce totuși o diferență foarte mică, și, în orice caz, nimic în această prelegere sau în următoarele virtual nu se modifică din cauza ei.

[32] Ceea ce este dat în text nu este unica cale de a înțelege noțiunea de adîncime, nici cea mai exactă. Această noțiune este întemeiată pe ideea „considerării individualilor în relația lor unul cu altul". Cînd anume doi cuantificatori ne invită să considerăm individualii în relația lor unul cu altul într-un enunț? Definiția din text se bazează pe afirmația că acesta este cazul îndată ce domeniul unuia dintre ei este inclus în domeniul celuilalt. Este evident, totuși, că individualii pe care cuantificatorii cuibăriți îi introduc în considerațiile noastre pot să nu fie corelați unul cu altul în mod direct sau indirect în enunțul S respectiv. Deci o definiție mai precisă se poate obține considerînd că numai asemenea variabile legate x_1, x_k ne invită să apreciem individualii care sînt corelați reciproc în enunț în sensul că există o serie de variabile legate $x_1, x_2, \ldots, x_{k-1}, x_k$ cu următoarele proprietăți: pentru orice $i = 1, 2, \ldots, k-1$, x_i și x_{i+1} apare același subenunț atomar sau identitate al lui S; fiecare variabilă x_i este legată de un cuantificator care apare în cadrul domeniului celui mai larg dintre cei doi cuantificatori care leagă x_1 și x_k. Să numim asemenea variabile și cuantificatorii la care sînt legați *conectate*. (Se poate presupune, pentru simplitate, că diferiți cuantificatori au tipografic diferite variabile legate de ei în S.) Numărul maxim al cuantificatorilor cuibăriți și conectați în S se numește acum adîncimea lui S. Cele două aspecte ale acestei definiții reflectă conținutul intuitiv al noțiunii de adîncime. Cerința de a considera numai variabile conectate reflectă ideea că numai individualii care sînt corelați unul cu altul sînt calculați. Faptul că numai variabilele cuibărite sînt considerate reflectă numai ideea că nu se calculează cuantificatori paraleli. Diferența dintre vechea definiție și cea nouă este într-un sens neesențială. Clar, noua adîncime a oricărui enunț cuantificațional este mai mică sau egală cu vechea lui adîncime. Dealtfel, se poate arăta că pentru orice enunț S există un enunț echivalent efectiv construibil, a cărui veche adîncime este egală cu cea nouă a lui S. Cu toate acestea, în ciuda diferenței mici dintre ele, pentru multe scopuri noua definiție mai precisă este preferabilă celei vechi.

[33] Sensul intuitiv al gradului unui enunț, ca număr al individualilor pe care îi consideră simultan în el, este suficient de direct ca să fi izbit deja pe C.S. Peirce, cel puțin într-un caz simplu, special. În *Collected Pappers* (ed. C. Hartshorne, P. Weiss, A. W. Burks, Cambridge, Mass., 1931—1958), vol. 3, secțiunea 392, citim: „Algebra lui Boole furnizează un limbaj prin care poate fi exprimat orice poate fi spus fără a vorbi în același timp de mai mulți individuali decît unul".

Scanned with OKEN Scanner

Nu vom încerca, totuși, să derivăm o definiție a clasei adevărurilor logice din vreun sens al analiticității. Vom admite că această clasă a tuturor adevărurilor logice ale teoriei cuantificării a fost deja definită și cercetăm relația ei cu cîteva sensuri ale analiticității. De asemenea, vom admite căile uzuale de axiomatizare ale teoriei cuantificării și vom cerceta statutul lor în raport cu modalitățile diferite de a distinge între analitic și sintetic.

35 Kant definea construcția ca introducere sau „expunere" *a priori* a unei intuiții care corespunde conceptului general (Vezi *Critica rațiunii pure*, A 713 = B 741). Cum am observat deja, prin intuiție Kant înțelege în primul rînd reprezentantul unui individual. Deci o construcție este pentru el introducerea *(a priori)* a unui reprezentant al unui individual pentru a ilustra conceptul general. Pentru o mărturie în plus la această interpretare, vezi *Prolegomene* (p. 281, ed. cit.) și *Kantin oppi matematiikasta*, cap. 2. Această interpretare poate părea forțată și chiar paradoxală. Poate cea mai ușoară cale pentru a realiza cît este ea de naturală în fapt, este a aserta că trăsătura sa cea mai surprinzătoare se află fără ambiguitate în operele precritice ale lui Kant. În *Untersuchungen über die Deutlichkeit der Grundsätze der natürlichen Theologie und Moral* (1764), Kant deja a revendicat faptul că matematicienii întotdeauna consideră conceptele generale *in concreto*, adică prin instanțele lor individuale. Este de notat că această doctrină explicită este formulată fără a folosi conceptul problematic al intuiției și este prin aceasta liberă de toate ambiguitățile acestui dificil concept. Nu există vreo rațiune pentru a pune la îndoială că propoziția lui Kant din *Critica rațiunii pure*, după care în raționamentul matematic se folosesc în mod tipic intuițiile pentru a reprezenta conceptele generale, are intenția de a formula în primul rînd tocmai aceeași teorie precritică, indiferent ce suprastructură a clădit ulterior Kant pe creștetul ei. Modelele pe care se întemeia această teorie a lui Kant vor fi comentate pe scurt în ultima mea prelegere. O mărturie în plus pentru acest gen de interpretare se află, de asemenea, în lucrările lui E. W. Beth, cărora le sînt în multe genuri foarte îndatorat. Printre ele menționăm: *Kant's Einteilung der Urteile in analytische und synthetische*, în *Algemeen Nederlands Tijdschrift voor Wijsbegeer teen Psychologie*, vol. 46 (1953—1954), p. 253—264; *Critical Epochs in the Development of the Theory of Science*, în *British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 1 (1950), p. 27—42; *La crise de la raison et la logique*, Paris, 1957; *Über Lockes' Allgemeines Dreieck'*, în *Kant-Studien*, vol. 48 (1956—1957), p. 361—380; *The Foundations of Mathematics*, Amsterdam, 1959, p. 41—47

36 *Prolegomene*, § 2 (p. 255 ed. cit.); *Critica rațiunii pure* B 17—19.

37 Vezi, de exemplu, A. J. Ayer, *Language, Truth and Logic*, Dover Edition, New York, 1951, p. 79—80: „Cînd spunem că propozițiile analitice sînt lipsite de conținut factual ... noi nu sugerăm că ele sînt fără sens. Pentru că ... ele ne luminează prin ilustrarea modului în care noi utilizăm anumite simboluri... Vedem, deci, că există un sens în care propozițiile analitice ne dau o cunoștință nouă. Ele ne atrag atenția asupra întrebuințărilor lingvistice...".

Scanned with OKEN Scanner

[38] Acest caracter nesatisfăcător apare deja din faptul că adevărurile matematice, care sînt cele mai potrivite pentru a ilumina conceptele fundamentale ale unei teorii matematice, sînt normal mai degrabă triviale, pe cînd rezultatele pe care un matematician le va considera interesante şi informative sînt rareori utile pentru ilustrarea modalităţii în care sînt utilizate simbolurile care apar în ele.

[39] Posibilităţile de precizare a definiţiei adîncimii indicate în nota 32 a primei mele expuneri sînt relevante de asemenea şi aici.

[40] Prin adevăr logic de forma (2) înţeleg, desigur, un adevăr logic în care enunţurile $C_i(x)$ care apar în (2) sînt enunţuri arbitrare al căror singur termen singular liber este x.

[41] Vezi nota 24 a primei mele prelegeri şi pasajele din Kant la care ne-am referit acolo, în special *Allgemeine Anmerkung* de la sfîrşitul lui *Versuch, den Begriff der negativen Grössen in die Weltweisheit einzuführen* din 1763.

[42] Criteriile de inconsistenţă considerate în expunerea precedentă sînt de fapt criteriile (A)—(B) (şi, într-o mai mică măsură (C)), discutate în studiul meu *Distributive Normal Forms in First-Order Logic*, apărut în *Formal Systems and Recursive Functions*, ed. by J. N. Crossley, Amsterdam, 1965.

[43] Această procedură operează, după cum urmează: pentru a deriva S_2 din S_1, le transformăm în formele lor normale distributive. Fiecare dintre aceste forme se poate admite că conţine toţi termenii singulari liberi care apar în S_1 sau în S_2. Atunci S_2 poate fi demonstrat din S_1 dacă şi numai dacă expansiunea formei normale a primului va conţine la o anumită adîncime expansiunea formei normale a ultimului, cînd sînt omişi constituenţii inconsistenţi din expansiune prin criteriile noastre.

[44] Pentru simplitate, vom admite aici că teoria cuantificării va fi formulată în termenii regulilor de inferenţă în care exact o singură concluzie este întotdeauna inferată din exact o premisă. Deşi cele mai comune axiomatizări ale teoriei cuantificării nu sînt de această formă, ele pot fi uşor convertite în ea. În mod asemănător, discuţia noastră poate fi eliberată uşor de această restricţie.

[45] Se propune aici şi în continuare că o transformare propoziţională înseamnă înlocuirea unei funcţii de adevăr a unor enunţuri atomare sau cuantificate printr-o funcţie de adevăr tautologic echivalentă a *aceloraşi enunţuri*. Introducerea unor noi argumente în funcţiile de adevăr este, cu alte cuvinte, exclusă.

[46] Aceasta ar putea fi exprimată, de asemenea, astfel: o relaţie binară R ne dă o regulă de inferenţă naturală dacă şi numai dacă există o relaţie similară R′ cu următoarele proprietăţi: (1) ori de cîte ori xRy, atunci şi xR′y; (2) ancestralul lui R are loc între două numere dacă şi numai dacă ancestralul lui R′ are loc între ele; (3) dacă x şi x′ sînt numerele Gödel respective pentru două enunţuri care se pot transforma unul în altul prin transformări pur propoziţionale ale lor şi ale subenunţurilor lor, atunci are loc xR′y ori de cîte ori x′R′y şi zR′x ori de

cîte ori zR'x'. Noțiunea de ancestral este înțeleasă aici în modalitatea obișnuită: ancestralul unei relații R are loc între x și y dacă și numai dacă există un număr finit de individuali $z_1, z_2, \ldots, z_{k-1}, z_k$, astfel încît $z_1 = x$, $z_k = y$, și relația R are loc între z_1 și z_{i+1} ($i = 1 \ldots k - 1$).

47 Vezi nota 46.

48 Caracterul fundat al unei reguli formale de inferență înseamnă că S_2 poate fi inferat din S_1 *numai cînd* S_2 este o consecință a lui S_1 în sensul semantic obișnuit al cuvîntului. Completitudinea unei reguli de inferență înseamnă că S_2 poate fi inferat din S_1 într-un pas sau în mai mulți *întotdeauna* cînd el este o consecință (semantică) a lui S_1.

49 Din cerința simetriei decurge repede că putem lucra întotdeauna cu o mulțime finită fixă de termeni singulari liberi în stadiile intermediare ale demonstrației noastre din ipoteze. De aceea există din nou numai un număr finit de forme normale care pot lucra ca stadii intermediare într-o demonstrație de la S_1 la S_2. Deci predicatul nostru demonstrativ nu ne poate da o metodă completă de demonstrație din premise pentru aceeași rațiune ca mai sus.

50 Să admitem că avem o regulă de inferență R care depinde numai de formele normale primitive ale enunțurilor noastre. Putem atunci defini (în doi pași) o nouă regulă de inferență R' astfel: (A) Se inferează o formă normală distributivă D_2 dintr-o altă formă normală distributivă D_1 prin R' dacă și numai dacă există formele normale primitive P_1 și P_2, astfel încît (1) D_1 este forma normală distributivă a lui P_1, D_2 este forma normală distributivă a lui P_2; (2) predicatele și termenii singulari liberi ai lui D_1 și P_1, ca și aceia ai lui D_2 și P_2, sînt aceiași; (3) P_2 poate fi inferat din P_1 prin R; (B) Se inferează un enunț S_2 din alt enunț S_1 prin R' dacă și numai dacă forma normală distributivă a primului poate fi inferată din forma normală distributivă a ultimului prin (A). Atunci această nouă regulă de inferență R' este fundată dacă este fundată R. (Aceasta este ceea ce se înțelege în text prin a spune că extensiunea nu este niciodată inadmisibilă.) Aplicabilitatea ei poate fi efectiv testată. Prin definiție, R' depinde numai de formele normale distributive ale enunțurilor respective. De aceea ea îndeplinește ceea ce s-a cerut să îndeplinească.

51 Vezi nota 21 la prima mea expunere.

52 Există aproape o contradicție verbală aici: metodele deducției naturale (în sensul uzual al termenului) ne dau primele noastre exemple de reguli ne-naturale de inferență (în sensul în care noi folosim termenul).

53 Vezi *Form and Content in Quantification Theory*, în *Acta Philosophica Fennica*, vol. 8 (1955), p. 5—55; *Notes on Quantification Theory*, în *Societas Scientiarum Fennica, Commentationes physico-mathematicae*, vol. 17/12 (1955); *The Modes of Modality*, în *Acta Philosophica Fennica*, vol. 16 (1963), p. 65—82.

54 Dacă definiția adîncimii este precizată conform notei 32 a primei prelegeri, această formulare necesită o precizare. Intuitiv vorbind, noul individual care este introdus prin (A.E.) poate să nu fie inițial legat de cei vechi într-un fel care ne-ar justifica să spunem că numărul

individualilor consideraţi împreună în relaţiile lor unul cu altul este mărit. Adesea, o asemenea relaţie este stabilită numai prin aplicaţiile următoare ale altor reguli. Totuşi, aceasta nu diminuează rolul central al regulii (A.E.) în introducerea de noi individuali în discuţie.

[55] Studiul respectiv este *Distributive Normal Forms in First-Order Logic* (vezi nota 42), iar criteriile considerate sînt criteriile (D)—(E), menţionate mai sus în nota 42.

[56] Vezi nota 42.

[57] Vezi *Distributive Normal Forms in First-Order Logic*, ultimele pagini. Într-o manieră similară putem, de asemenea, să obţinem o măsură a cît de adînc sînt împreunate diferitele predicate şi termenii singulari liberi reciproc într-un enunţ dat; vezi *Distributive Normal Forms and Deductive Interpolation*, în *Zeitschrift für mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik*, vol. 10 (1964), p. 185—191.

[58] Gradul sinteticităţii unui argument apare a fi conectat cu gradul „nontrivialităţii" lui într-un sens natural al cuvîntului, deşi nu este încă uşor de văzut cît de bună măsură este el.

[59] Pentru a calcula această cantitate, trebuie să avem o metodă care să ne spună care constituenţi sînt consistenţi şi care nu. Se vede imediat că a avea o asemenea metodă ar fi echivalent cu a avea o metodă de decizie pentru teoria cuantificării, ceea ce se cunoaşte a fi imposibil.

[60] Peirce, *Collected Papers* (nota 33 de la prima prelegere), vol. 3, secţiunile 559—560, vol. 4, secţiunea 232, şi vol. 2, secţiunea 361.

[61] Carl G. Hempel, *Geometry and Empirical Science*, în *American Mathematical Monthly*, vol. 52 (1946); retipărit în H. Feigl, W. Sellars (eds.), *Readings in Philosophical Analysis*, New York, 1949, p. 238—246; vezi şi p. 241.

[62] A. J. Ayer, *Language, Truth and Logic* (nota 37 de la prima prelegere), p. 80.

[63] Ernst Mach, *Erkenntnis und Irrtum, skizzen zur Psychologie der Forschung*, Leipzig, 1905, p. 300; vezi p. 302.

[64] Astfel Mach scrie (în *op. cit.*, p. 302): „Indem die syllogistische Deduction von allgemeinern (selten in ihrer Spezialisierung explizit vorgestellten) Sätzen ausgehend, durch mehrere vermittelnde Glieder, unter Wechsel und Kombination verschidener Gesichtspunkte, zu spezielleren Sätzen vorschreitet, kann sich hier die Täuschung einer ganz neuen, scheinbar in den Prämissen nicht enthalten Einsicht ergeben. Dieselbe hätte aber auch direkt erschaut werden können". Aici Mach crede că o deducţie logică este esenţialmente o tranziţie de la un adevăr general la unul din cazurile lui speciale. Această concepţie este eronată, pentru că, atunci cînd sînt introduşi noi individuali în consideraţiile noastre, proprietăţile şi relaţiile lor nu pot fi concepute drept cazuri speciale a celor ce s-au spus în premise şi pot să nu fie „direkt erschaut werden", cum afirmă Mach.

[65] Pentru a da o explicaţie completă a formei explicite a sensului III, va trebui să specificăm mai complet procedura utilizată în convertirea

Scanned with OKEN Scanner

unui enunț în forma lui normală distributivă. Diferența dintre diferitele modalități în care noțiunea de adîncime poate fi înțeleasă va fi atunci relevantă. Totuși nu voi discuta aici regulile pentru convertirea enunțurilor în formele lor normale distributive. Ele pot fi formulate într-o manieră evidentă, iar detaliile lor nu afectează discuția mea.

[66] Imm. Kant, *Critica rațiunii pure*, B 15—16 (p. 52—53, trad. Kemp Smith); idem, *Prolegomene*, § 2 (c) (p. 269 a Ed. Ac.); Vezi comentariile lui Hans Vaihinger în *Commentar zu Kants Kritik der reinen Vernuft*, Stuttgart, vol. 1, 1881—1892, p. 295—300, și studiul meu *Kantin oppi matematiikasta*, în *Ajatus*, vol. 22 (1959), p. 5—85, în special p. 66—70.

[67] Vezi Descartes, *Regulae*, regula III (ed. întîi, Amsterdam, 1701, p. 38—39), unde Descartes scrie: „Asemănător, dacă eu spun că 4 și cu 3 fac 7, această combinație este o combinație necesară. Pentru că nu concepem numărul 7 distinct, dacă nu includem în el într-o anumită manieră neexplicită numerele 3 și 4" (trad. Kemp Smith). Aceasta poate contrasta cu formularea lui Kant: „Că 5 trebuie adăugat lui 7, am gîndit într-adevăr deja dinainte în conceptul sumei 7 + 5, dar nu că această sumă este echivalentă cu numărul 12" (B 16, trad. Kemp Smith).

[68] Vezi C. H. Langford, *Moore's Notion of Analysis*, în *The Philosophy of G. E. Moore* (nota 6 a primei mele expuneri), p. 319—342; vezi răspunsul lui Moore, *op.cit.*, p. 660—667.

[69] *Etica Nicomahică*, VII, 1147a 27.

[70] Descartes, *Regulae*, regula XII (vezi nota 29 de mai sus); regula XIV (p. 52 din prima ediție). În primul pasaj, exemplul lui Descartes este 3 + 4 = 7, care reapare la Kant (scrisoare către Schultz, Ediția Academiei, vol. 10, p. 528—531). În ultimul pasaj, exemplul lui Descartes este „corpul este întins", care se află de asemenea la Kant (*Critica rațiunii pure*, A7 = B11).

[71] Vezi A. J. Ayer, *Language, Truth and Logic* (nota 37 a primei prelegeri, p. 81).

[72] C. D. Broad, *The Philosophy of Francis Bacon* (Cambridge, 1926). Retipărit în C. D. Broad, *Ethics and History of Philosophy*, Londra, 1952.

[73] Un exemplu amuzant al dificultății de a răspunde la o asemenea întrebare este indicat în *The Nature of Physical Knowledge*, ed. by L. W. Friedrich, S. J., Bloomington, Indiana, 1960, p. 130—142.

[74] Pentru diferite variante ale acestei concepții, vezi Hans Hahn, *Logik, Mathematik und Naturerkennen*, Einheitswissenschaft, vol. 2, Viena, 1933, parțial tradus în *Logical Positivism*, ed. by A. J. Ayer, Glencoe, Illinois, 1959, p. 147—161; A. J. Ayer, *Language, Truth and Logic*, ed. 2, Londra, 1946, cap. IV; Carl G. Hempel, *Geometry and Empirical Science*, în *American Mathematical Monthly*, III (1946), retipărit în *Readings in Philosophical Analysis*, ed. by H. Feigl and W. Sellars, New York, 1949, p. 238—248 (vezi și p. 241).

Scanned with OKEN Scanner

Doctrina că adevărurile logice sînt tautologii figurează proeminent, desigur, în *Tractatus*-ul lui Wittgenstein (Ludwig Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus*, Londra, 1922). Ea nu era însă o noutate pe Continent. Atît Ernst Mach, cît şi Moritz Schlick susţineau aceeaşi concepţie înaintea lui Wittgenstein; vezi E. Mach, *Erkenntnis und Irrtum, Skizzen zur Psychologie der Forschung*, Leipzig, 1905 (capitolul despre *Deduktion und Induktion in psychologischen Beleuchtung)* şi M. Schlick *Allgemeine Erkenntnislehre*, în *Naturwissenschaften Monographien und Lehrbücher*, Berlin, 1918 (cap. 14, *Die analytische Natur des strengen Schlissens)*.

[75] Pentru a nu fi suspectat că am combătut aici mori de vînt, permiteţi-mi să citez pe Ernst Mach: „Indem die syllogistische Deduktion vom allgemeinern ... Sätze ausgehend, durch mehrere vermittelnde Glieder, unter Wechsel und Kombinationen verschidener Gesichtspunkte, zu spezielleren Sätzen vorschreitet kann sich hier die Täuschung einer ganz neuen, scheinbar in den Prämissen nicht enthultenen Einsicht ergeben. *Dieselbe hätte aber auch direkt erscheint werden könen*" (*op. cit.*, p. 302, subl. ns.).

[76] Hahn, *op. cit.*, sec. 2 (trad. engl., p. 157).

[77] Nu este tocmai exact să spunem că viziunea pozitivistă obligă pe cineva numai faţă de această interpretare a noutăţii doar psihologice adusă de argumentele deductive. De fapt, o cale comună mult mai încercată este să se spună că raţionamentul deductiv ne dă o informaţie asupra sistemului nostru conceptual sau asupra limbajului nostru. Dacă acest raţionament se bazează pe anumite particule logice, el serveşte „să ilustreze regulile care guvernează utilizarea noastră a acestor particule logice", pentru a cita *Language, Truth and Logic* al lui A. J. Ayer (ed. 2, p. 80). Nu este clar însă că acest gen de informaţie lingvistică şi conceptuală nu ar putea fi perfect obiectivă şi ne-psihologică. Voi argumenta mai tîrziu că informaţia respectivă, deşi obiectivă şi ne-psihologică, ar putea fi considerată ca avînd un caracter conceptual dacă este privită dintr-un punct de vedere corespunzător, deşi acest punct de vedere justifică numai parţial acest caz. Singura cale de a argumenta că ea nu poate fi este (mi se pare) a spune că „informaţia" considerată este informaţie asupra regulilor care guvernează conceptele folosite în inferenţele respective. Aceste reguli pot fi *ilustrate* cu ajutorul acestor inferenţe, dar nu *descrise* cu ajutorul aceloraşi „particule logice" de care depind aceste inferenţe. Dar aceasta reduce interpretarea *ad absurdum*. Deoarece adevărata stare de lucruri este opusă celei prescrisă de interpretarea aceasta: cu cît este mai simplă o deducţie, cu atît ea ilustrează mai eficient regulile implicate; şi cu cît este mai complicată şi interesantă o deducţie, cu atît mai săracă este ea în ilustrarea conceptelor de care depinde validitatea ei. Deci pretinsa informaţie non-obiectivă pe care ne-ar aduce-o raţionamentul deductiv nu poate să fie lingvistică sau conceptuală.

[78] Acestea se împart în grupe diferite. Conceptele şi rezultatele logice de bază sînt discutate în primul rînd în *Distributive Normal Forms in First-Order Logic*, în *Formal Systems and Recursive Functions, Proceedings of the Eighth Logic Colloquim*, Oxford, July 1963, ed. by J. N. Crossley

Scanned with OKEN Scanner

and M. A. E. Dummet (Amsterdam, 1965), p. 47—90; și *Surface Information and Depth Information*, în *Information and Inference*, ed. by Jaakko Hintikka and Patrick Suppes, Dordrecht, 1970.

Relația acestor concepte cu alte abordări ale acelor părți ale logicii filosofic interesante este indicată pe scurt în *Logic and Philosophy*, în *Contemporary Philosophy — La philosophie contemporaine*, ed. by R. Klibansky, vol. 1, Florence, 1968, p. 3—30. Unele dintre problemele filosofice care apar aici sînt tratate în *Are Logical Truth Analytic?*, în *Philosophical Review*, LXXIV (1965), 178—203, și în *Are Logical Truths Taugologies?*, în *Deskription, Analitizität und Existenz*, 3—4 Forschunggespräch der internationalen Forschungszentrum für Grundfragen der Wissenschaften Salzburg, ed. by Paul Weingartner, Salzburg and Munich, 1966, p. 215—233. Aceste teme sînt legate de filosofia tradițională a logicii și matematicii *inter alia* în *Kant Vindicated*, în *Ibidem*, p. 234—253. Unele aspecte relevante ale gîndirii lui Kant sînt studiate de asemenea în *Kant's 'New Method of Thought' and His Theory of Mathematics*, în *Ajatus* XXVII (1965), 34—47; *Kant on the Mathematical Method*, în *Monist*, LI (1967), 352—375, și în *On Kant's Notion of Intuition (Anschaung)*, în *The First Critique: Reflection on Kant's Critique of Pure Reason*, ed. by Terence Penelhum and J. J. MacIntosh, Belmont, California, 1969, p. 38—53. O aplicare de-a lungul aceloraşi linii cu prezentul articol a fost schițată în *Are Mathematical Truths Synthetic A Priori? Journal of Philosophy*, LXV (1968), p. 640—651.

[79] O discuție mai largă se află în eseul meu *Surface Information and Depth Information* (Vezi nota de mai sus).

[80] Pentru o discutare a cîtorva sensuri ale informației, vezi studiul meu *The Varieties of Information and Scientific Explanation*, în *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, Proceedings of the 1967 International Congress, ed. by B. van Rootselaar and J. F. Stahl, Amsterdam, 1968, p. 151—171.

[81] În practică ramurile sînt mult mai numeroase — atît de numeroase, într-adevăr, încît în afara cazurilor cele mai simple este imposibil să se scrie explicit vreuna dintre expresiile cuprinse. Totuși, în fiecare nod numai un număr finit de ramuri diverg. Deci familiara „teoremă a arborelui" (lemma lui König) se aplică: sau întregul arbore are o lungime finită (există o margine superioară finită pentru lungimea ramurilor), sau există o ramură infinită.

[82] Această definiție poate — și trebuie să fie — făcută puțin mai strictă. Înainte de toate, ea se aplică în această formă nedeterminată numai dacă este presupusă o interpretare exclusivă a cuantificatorilor, adică se cere ca valorile variabilelor legate de cuantificatorii cuibăriți să nu coincidă (vezi studiul meu *Distributive Normal Forms in First-Order Logic*, la care ne-am referit în nota 78, p. 58—59). Dacă definiția se aplică enunțurilor cu interpretarea inclusivă obișnuită a cuantificatorilor, o ajustare este determinată de coincidența posibilă a valorilor acestor variabile cuibărite.

În al doilea rînd, nu toate valorile variabilelor legate de cuantificatori cuibăriți sînt într-un sens relevant „considerate în relația lor reci-

procă". Acesta este cazul numai dacă cuantificatorii respectivi sînt conectaţi. Cuantificatorii care leagă pe x şi pe y (ultimul apărînd în cadrul domeniului primului) sînt conectaţi într-un enunţ S dacă şi numai dacă există variabile legate $z_1, z_2, \ldots, z_k$ în S astfel încît x şi z_1, z_i, z_i+1 (i = 1, ..., k − 1), ca şi z_k şi y apar în aceeaşi formulă atomară în S.

Aceste precizări nu afectează totuşi deloc ceea ce s-a spus în acest studiu.

Dacă domeniul nostru este numeric, putem înlocui în mod obişnuit cuantificatorii existenţiali prin funcţii Skolem. Atunci adîncimea unui enunţ va fi egală cu maximul numărului seriilor funcţiilor în el, adică lungimea maximă a seriilor de operaţii pe care le conţine. În acest caz notaţia noastră devine aproape un caz special a ceea ce John von Neumann mi se pare că a înţeles prin noţiunea sa de adîncime aritmetică (vezi *The Computer and the Brain*, New Haven, Connecticut, 1958, p. 27, 78—79).

[83] În sensul că pentru oricare doi asemenea constituenţi, C_1, C_2 avem $\vdash C_1 \supset \sim C_2$. Desigur, se poate întîmpla ca $\vdash C_1 \equiv C_2$, şi anume cînd C_1 şi C_2 sînt ambii inconsistenţi.

[84] Deoarece aceasta ne-ar da o metodă de decizie pentru logica de ordinul întîi, ceea ce se cunoaşte că este imposibilă.

[85] *Distributive Normal Forms in First-Order Logic* (vezi nota 78).

[86] Aceasta depinde, desigur, de lemma lui König, menţionată în nota 81.

[87] Pentru a decide dacă $\vdash(C \supset S)$, tot ce va trebui să facem este să punem pe S în forma sa normală distributivă de adîncimea sa sau de adîncimea lui C, care este mai mare. Dacă expansiunea lui C la această adîncime este $C_1 \vee C_2 \vee \ldots \vee C\omega$, întrebarea este dacă acei constituenţi C_i $(1 \leqslant i \leqslant n)$ care nu apar în forma normală a lui S sînt toţi inconsistenţi. Dacă sînt (sau dacă nu există asemenea constituenţi), $\vdash(C \supset S)$. Dacă nu, implicaţia este nevalidă.

[88] În studiul meu mai vechi *Are Mathematical Truths Syntetic A Priori?*, această idee este greşit formulată.

[89] Vezi *Surface Information and Depth Information* (nota 78, secţiunea 12).

[90] Pentru primele patru este arătat în *Distributive Normal Forms in First-Order Logic*. Pentru formulele de interpolare, aceasta a fost arătată în studiul meu *Distributive Normal Forms and Deductive Interpolation* (Vezi nota 57). Pentru definiţiile explicite, situaţia este schiţată în Jaakko Hintikka and Raimo Tuomela, *Towards a General Theory of Auxiliary Concepts and Definability in First-Order Theories*, în *Information and Inference*, ed. by Jaakko Hintikka and Patrick Suppes, Dordrecht, 1970.

[91] Pentru o definiţie explicită a unui constituent, vezi *Distributive Normal Forms in First-Order Logic* (nota 78).

[92] Diferite posibilităţi cu privire la aceşti noi individuali creează, desigur, diferenţe „invizibile" privind individualii x aleşi iniţial.

Scanned with OKEN Scanner

[93] Aceştia sînt constituenţii trivial inconsistenţi menţionaţi mai sus. Rolul crucial al noţiunii de inconsistenţă trivială în discuţia mea face recomandabilă explicaţia ei detaliată. Întrucît aceasta ar întrerupe continuitatea argumentării, o voi transfera unei anexe.

[94] Potrivit motivării obişnuite prin teoria pariurilor a axiomelor calculului probabilităţii, aceasta se poate demonstra arătînd că aceste valori condiţionate satisfac axiomele normale ale calculului probabilităţii ale lui Kolmogorov (cu excepţia aditivităţii numerabile). Acest punct de vedere al teoriei pariurilor este datorat lui Ramsey şi De Finetti, ale căror lucrări fundamentale sînt retipărite în *Studies in Subjective Probability*, ed. by H.E. Kyburg and H. E. Smokler, New York, 1964. Pentru expunerile moderne, vezi lucrările lui John C. Kemeny, Abner Shimony şi R. Sherman Lehman în *Journal of Symbolic Logic*, XX (1955), p. 263—273, 1—28 şi 251—261, respectiv.

Conform observaţiilor noastre, nu este surprinzător că unii teoreticieni ai probabilităţii subiective (personale) au exprimat ideea că o probabilitate personală realistă nu trebuie să fie invariantă în raport cu echivalenţa logică. Pentru aceasta, vezi L. J. Savage, *Difficulties in the Theory of Personal Probability*, în *Philosophy of Science*, XXXIV (1967), p. 305—310, şi Ian Hacking, *Slightly More Realistic Personal Probability*, în *ibidem*, p. 311—325.

[95] Astfel noţiunea de sens propoziţional (în sensul obişnuit de sens intenţionat explicit, sensul „înţeles") mi se pare a fi mult mai strîns legată de forma normală distributivă a unui enunţ S (să zicem) decît de consecinţele logice totale ale lui S sau de totalitatea descrierilor de stare arnapiene compatibile cu el.

[96] Există, totuşi, un al doilea sens în care adevărurile logice netriviale ar fi fost sintetice pentru Kant. Acesta mi se pare a fi chiar mai apropiat formulărilor proprii ale lui Kant. El este evidenţiat de faptul că asemenea adevăruri ne-triviale (să zicem, o deducţie ne-trivială a lui T din S) se întemeiază pe considerarea mai multor individuali împreună în relaţia lor decît au fost consideraţi în S sau T, şi deci se întemeiază pe considerarea unor individuali noi. Am argumentat pentru o strînsă relaţie între acest fapt şi teoria lui Kant asupra naturii sintetice a adevărurilor matematice în unele dintre studiile menţionate în nota 78.

[97] *Are Mathematical Truths Syntetic A Priori?* (nota 78).

[98] C. I. Lewis, *Mind and the World-Order*, New York, 1929, p. 213.

[99] Peter Winch, *The Idea of a Social Science*, în *Studies in Philosophical Psychology*, Londra, 1958.

Scanned with OKEN Scanner

TEORIA ȘTIINȚIFICĂ*

MARIO BUNGE

Sintezele depășesc știința nematurizată, după cum ele sînt absente din gîndirea copilului. Cercetarea științifică, ca și cercetarea infantilă, începe cu întrebările, dar spre deosebire de întrebările copilărești, ea culminează cu construcția unor sisteme unitare de idei, adică teoriile. O particularitate a științei secolului al XX-lea este aceea că cea mai importantă activitate științifică — cea mai adîncă și cea mai fertilă — se centrează în jurul teoriilor, nu al întrebărilor izolate, datelor, clasificărilor sau conjecturilor singulare. Problemele sînt puse și datele sînt colectate în lumina teoriei și cu speranța conceperii unor noi ipoteze care ar putea, la rîndul lor, să fie extinse sau sintetizate în teorii. Observațiile, măsurările și experimentele sînt executate nu doar pentru a colecta informații și a genera ipoteze, ci și pentru a testa teoriile și a le găsi domeniul lor de adevăr; și acțiunea însăși, în măsura în care ea este acțiune conștientă, se întemeiază din ce în ce mai mult pe teorii, și aceasta e mai bine sau mai rău. Pe scurt, accentul pus pe sistem — teoria empiric testabilă — și mai puțin pe experiența pură este ceea ce caracterizează știința contemporană.

Teoriile științifice pot fi studiate fie ca o activitate, fie ca un produs finit deși nu final al acestei activități. Nu avem însă vreo speranță să înțelegem dinamica construcției teoriei înainte de a cunoaște ce sînt teoriile. De

---

* Selecție din lucrarea lui Mario Bunge, *Scientific Research*, 2 vol. (Vol. 1, *The Search for System*; vol. II, *The Search for Truth*), Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1967.

Scanned with OKEN Scanner

unde abordarea neistorică aleasă aici: vom începe prin examinarea trăsăturilor specifice formale şi semantice ale teoriilor şi, apoi, în capitolul următor, vom arunca o privire asupra construcţiei şi reconstrucţiei teoriei. Problemele aplicării şi ale validării teoriei ne vor preocupa în volumul II.

1. SISTEMUL NERVOS AL ŞTIINŢEI

Copilăria oricărei ştiinţe se caracterizează prin concentrarea ei asupra cercetării datelor singulare, a clasificărilor, a variabilelor relevante şi a ipotezelor izolate ce stabilesc relaţii între aceste variabile, explicînd în acelaşi timp datele. Atîta timp cît ştiinţa rămîne în acest stadiu semiempiric, ea este lipsită de unitate logică: o formulă dintr-o regiune este o idee care se autoconţine, neputînd fi logic corelată cu formule din alte regiuni ale ştiinţei. Ca urmare, testarea fiecăreia dintre ele nu afectează pe celelalte. Pe scurt, în stadiul semiempiric — preteoretic —, ideile unei ştiinţe nici nu se îmbogăţesc şi nici nu se controlează reciproc.

Pe măsura dezvoltării cercetării sînt descoperite sau inventate relaţii între ipotezele anterior izolate şi se introduc ipoteze cu totul noi, mai tari, care nu includ doar vechile ipoteze, ci conduc la generalizări neaşteptate: ca rezultat se constituie unul sau mai multe *sisteme de ipoteze* (vezi fig. 1). Aceste sisteme sînt sinteze care conţin ceea ce este cunoscut, ceea ce este presupus şi ceea ce poate fi prezis cu privire la un anumit obiect. Asemenea sinteze, caracterizate prin relaţia de deductibilitate între unele dintre formulele sale, sînt denumite sisteme ipotetico-deductive, modele sau simplu, teorii. Exemple remarcabile de teorii ştiinţifice sînt mecanica lui Newton, teoria evoluţiei a lui Darwin, teoria comportamentului a lui Hull.

În limbajul comun şi în metaştiinţa comună, „ipoteză" „lege" şi „teorie" sînt adesea substituite şi adesea legile şi teoriile sînt considerate momentul de maturitate al ipotezelor. În ştiinţa avansată şi în metaştiinţa contemporană, cei trei termeni sînt în mod obişnuit distinşi: "lege" sau „formulă legică", care designează o ipoteză de un gen

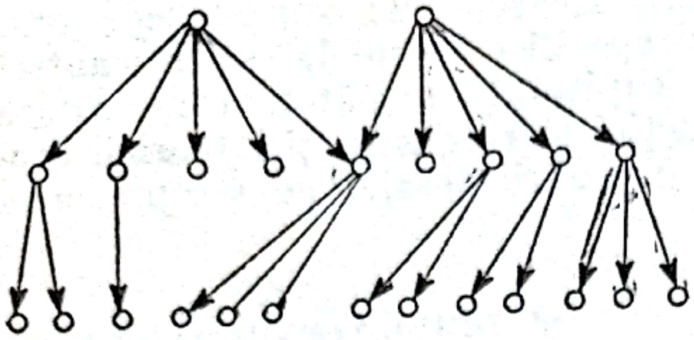


Fig. 1. — Reprezentarea grafică a unei teorii axiomatice imaginare cu două premise inițiale (axiome). Săgețile simbolizează relația de consecință logică sau de implicație logică „$\vdash$". Cînd două săgeți conduc la un nod, este reprezentată deducția unei formule din două formule de nivel superior luate împreună.

special, anume: non-singulară, ne-izolată, referindu-se la un *pattern*, și coroborată; „teorie" care designează un sistem de ipoteze, între acestea formulele nomologice fiind elementele remarcabile — atît de mult, încît inima unei teorii este un sistem de formule legice. Pentru a reduce la minimum confuziile, vom adopta provizoriu următoarea caracterizare: o mulțime de ipoteze științifice este o teorie științifică dacă și numai dacă ele se referă la un obiect dat factual și orice membru al mulțimii este sau o supoziție inițială (axiomă, supoziție subsidiară sau datum), sau o consecință logică a uneia sau mai multor supoziții inițiale. Această caracterizare va fi perfecționată în secțiunile următoare. Ea ne sugerează diagrame arborescente de genul celei din figura 1, care reprezintă o teorie imaginară și ilustrează subclasele teoriilor cunoscute ca teorii axiomatizate, care nu conțin alte supoziții în afara axiomelor. Totul în aceste teorii depinde de supozițiile inițiale sau ipotezele de ordinul cel mai înalt. Dacă numele „supoziție fundamentală" se preferă celui de „ipoteze de ordinul cel mai înalt", arborele ar putea fi inversat; în acest caz se obține o formă a diagramei arborescente familiară în algebră.

O îngrămădire de ipoteze necoordonate, deși mai bună decît lipsa oricărei ipoteze, poate fi asemănată cu o masă imensă de protoplasmă fără un sistem nervors. Ea este ineficientă, neexplicativă și, dealtfel, ea nu dă seama de interrelațiile reale existente între unii dintre *patternii*

Scanned with OKEN Scanner

reali (legi obiective). Progresul științei, așadar, nu constă într-o grămădire necontrolată de generalizări izolate, fie numai și a datelor singulare. Progresul științei cuprinde totdeauna, alături de altele, o creștere în *sistemicitate* sau coordonare. Sistemicitatea are, pe lîngă altele, următoarele virtuți: (i) o propoziție factuală poate dobîndi o semnificație completă numai într-un context și în virtutea relațiilor ei logice cu alte componente ale acestui context, pe cînd o propoziție izolată — în măsura în care ea ar putea exista în general — este cu greu semnificativă; (ii) fiind absorbită într-o teorie, o ipoteză este întemeiată (sau respinsă) de un cîmp mai larg de fapte, și anume de întegul cîmp acoperit de teorie, pe cînd o ipoteză izolată are doar suportul cazurilor ei, dacă există. Pe scurt, sistemicitatea face semnificația ipotezelor mai precisă și intensifică testabilitatea ei. În plus, ea explică majoritatea ipotezelor prin subsumarea lor la supoziții mai tari (axiome și teoreme de nivel intermediar).

Volumul relativ și adecvarea activității teoretice măsoară deci gradul de dezvoltare al unei științe, la fel cum mărimea relativă și eficacitatea unui sistem nervos sînt un indiciu al progresului biologic. Din această cauză, psihologia și sociologia, în ciuda stocului lor imens de date și generalizări de nivel inferior, sînt considerate ca aflîndu-se încă într-un stadiu subdezvoltat, deoarece ele nu abundă în teorii cuprinzătoare și profunde, suficiente pentru a explica materialul empiric existent. Aici, ca și în alte domenii subdezvoltate ale cercetării, teoretizarea este încă frecvent privită ca un lux, iar culegerea datelor — adică descrierea — ca singura ocupație decentă, în așa grad încît teoria (speculația) este opusă cercetării (culegerea datelor). Această atitudine paleoștiințifică, încurajată de un gen primitiv de filosofie empiristă, este în mare măsură răspunzătoare pentru rămînerea în urmă a științelor despre om. De fapt, această concepție ignorează faptul că datele au sens și pot fi semnificative numai într-un context teoretic și că acumularea întîmplătoare de date sau chiar de generalizări-colecții-de-informații, dacă nu sînt acompaniate de un proces teoretic capabil să le justifice și să orienteze cercetarea, este o mare pierdere de vreme. Nu putem ști dacă un dat este semnificativ pînă cînd nu sîntem capabili să-l

interpretăm, iar interpretarea datelor necesită teorii. Mai mult, numai teoriile vor sugera căutarea informațiilor care nu ne sînt date de percepția sensibilă: să ne imaginăm dacă căutarea codului genetic ar fi fost posibilă fără o teorie genetică. Pe lîngă aceasta, este instructiv să reflectăm la faptul că octopodul obține aproape aceeași informație brută din mediul înconjurător ca și noi, iar cîinii primesc chiar mai multă informație senzorială de anumite genuri, în ciuda faptului că ei n-au dezvoltat o știință.

Deoarece concepția asupra științei-ca-adunare-și-înmagazinare-de-date ignorează scopurile teoretizării, ar fi folositor să le formulăm explicit. Deziderateie fundamentale ale construcției de teorii științifice sînt următoarele: (i) *a sistematiza cunoașterea* prin stabilirea de relații logice între elementele anterior neconectate; în particular, a explica generalizările prin derivarea lor din ipoteze superioare; (ii) *a explica fapte* cu ajutorul sistemelor de ipoteze care implică propoziții exprimînd faptele considerate; (iii) *a mări cunoașterea* prin derivarea de noi propoziții (e.g. predicții) din premise în conjucție cu informația relevantă; (iv) *a spori testabilitatea* ipotezelor, supunîndu-le pe fiecare controlului altor ipoteze ale sistemului.

Lista de mai sus a obiectivelor principale ale teoretizării științifice poate fi folosită ca un criteriu de indicare a teoriilor științifice față de *pseudoteorii*. Nici un set de conjecturi care nu constituie un sistem ipotetico-deductiv propriu-zis, care nu oferă explicație și predicție și nu e testabil nu poate fi considerat ca o teorie factuală. Acesta este minimum ce i se poate cere unei teorii științifice, cu toate că multe doctrine ce trec drept teorii — cum ar fi psihologia gestaltistă, psihanaliza și parapsihologia — nu îndeplinesc toate aceste exigențe.

Puține teorii științifice se conformează nu numai cu deziderateie fundamentale (i-iv), ci și cu următoarele scopuri adiționale: (v) *a ghida cercetarea* (a) prin punerea sau reformularea de probleme fertile, sau (b) sugerînd colectarea de noi date care ar fi neconceptibile fără teorie sau (c) sugerînd linii cu totul noi de cercetare; (vi) *a oferi o imagine a unui domeniu al realității*, adică o reprezentare sau un model (mai degrabă simbolic decît iconic) al obiec-

Scanned with OKEN Scanner

telor reale, și nu doar un rezumat al datelor prezente și un procedeu de producere a altora noi (predicții).

Teoriile care satisfac toate cele șase deziderate (i-vi) sînt în mod obișnuit privite ca *mari* teorii științifice. Printre ele, cele mai mari sînt acelea care generează *un nou mod de gîndire*: aceștia sînt giganții cunoașterii științifice. Un exemplu de mare teorie științifică, care a revoluționat modul de a gîndi în cîteva domenii, a fost teoria evoluției a lui Darwin: ea a pus problemele originii diferențelor individuale și a mecanismelor formării de noi specii și a distribuției lor geografice; ea a obișnuit pe biologi, apoi pe sociologi, psihologi, lingviști și pe alții să gîndească în termenii originii, adaptării și evoluției. Nu este de mirare deci că marile teorii sînt considerate apogeul științei.

Cînd trebuie să înceapă constituirea teoriei? Această întrebare presupune că ea trebuie să înceapă la un moment dat. Aparent, această presupoziție este respinsă de existența disciplinelor preteoretice ca geografia și sistematicile biologice pre-evoluționiste, strict descriptive și taxonomice. Totuși, deoarece ele nu formulează și testează ipoteze, nu au ocazia să utilizeze metoda științifică și, ca urmare, ele nu sînt științe, ci discipline nonștiințifice, oricît de exacte ar putea fi. Ele oferă și chiar sistematizează date ce pot fi utilizate de știință cu toate că ele însele nu sînt științe, ci cel mult protoștiințe. Astfel, geografia oferă geologiei și sociologiei informații, iar sistematica pre-evoluționistă — biologiei. Asemenea date devin probleme care trebuie rezolvate prin construirea de teorii: nu există teorie, nu există știință.

Întrebarea noastră originală: „Cînd trebuie să înceapă teoretizarea?" are deci numai un singur răspuns rațional, deși sibilic: „Teoretizarea trebuie să înceapă pe cît posibil de devreme". Mințile speculative încep să teoretizeze, să zicem, asupra posibilității vieții pe alte planete, *înainte* de a fi obținut vreo informație asupra condițiilor fizice de pe aceste corpuri. Mințile mai empirice, de altă parte, vor amîna să teoretizeze asupra acestei teme pînă la procurarea unei cantități compacte de observații reale asupra organismelor extraterestre și vor stigmatiza ca neștiințifică orice tentativă de a interpreta datele indirecte, astronomice, ca evidențe favorabile sau defa-

Scanned with OKEN Scanner

vorabile conjecturilor privind viaţa extraterestră. A teoretiza pe baza unei informaţii insuficiente ar putea conduce la teorii irelevante sau imature, după cum adunarea datelor fără o teorie duce la informaţii nerelevante sau cel puţin neînţelese. Oricît ar fi de risipitor, cu toate acestea, fără o anume speculaţie preliminară nimeni nu ar putea măcar să-şi imagineze ideea adunării datelor de un gen anumit — de exemplu datele relevante pentru ipoteza că există organisme în afara planetei noastre.

Un motiv al teoretizării este sistematizarea unui corp de date culese în lumina unor conjecturi singularizate. Cum trebuie să fie masa de date necesară pentru începerea teoretizării? Cînd nu este nici prea devreme, nici prea tîrziu pentru a începe? Nimeni n-o poate spune. Totul depinde de noutatea domeniului şi de existenţa unor savanţi înclinaţi spre teorie, pregătiţi să-şi asume riscul avansării teoriilor care ar putea să nu dea seama de fapte sau să sucombe la primul atac al informaţiei noi, obţinute în vederea testării; este nevoie de un curaj moral în special într-o perioadă dominată de criteriul succesului cel mai sigur obţinut fără a se ataca marile probleme. Două lucruri, totuşi, par certe: anume că teoretizarea prematură este posibil să fie greşită — dar nu sterilă — şi că un început mult amînat al teoretizării este mai rău decît orice număr de eşecuri, deoarece (i) încurajează acumularea oarbă de informaţii care s-ar putea transforma în ceva complet nefolositor şi (ii) o mare masă de informaţii ar putea face debutul teoretizării aproape imposibil.

Prea multe date nemodelate reprezintă un inconvenient; ori de cîte ori un cîmp de informaţii mare este deja existent, nu va fi uşor să se construiască un model simplu — şi modelele simple sînt singurul lucru pe care ni-l putem permite la început. (Calculatoarele pot „manipula" — adică stoca, selecţiona, grupa şi chiar colecta — orice mulţime de date, dar nu vor discerne nici un *pattern* în ele cu excepţia celor cu care au fost de la început înzestrate de către operatori, cum ar fi, de exemplu, polinoamele. Doar creierele formate într-un mediu cu o tradiţie culturală pot discerne sau chiar să ipotetizeze patternurile.) La început, sînt doar modele simple construite, care, dacă sînt ştiinţifice, pot fi, eventual, îmbunătăţite, adică complicate

pentru a se adecva mai bine datelor şi a oferi o viziune mai bună. De la început pînă la sfîrşit se construiesc doar *modele* sau schematizări teoretice, adică sisteme conceptuale tinzînd să *reprezinte* anumite aspecte interrelate ale sistemelor reale. (Un model în acest sens al termenului nu trebuie să fie o vizualizare sau o imagine; el poate fi simbolic sau abstract într-un sens epistemologic. Modelele-imagini sînt o subclasă a modelelor.)

Pe cînd experimentatorul se interesează de investigarea sistemelor reale — de exemplu fluidele reale — în toate dataliile relevante, şi de stabilirea gradului în care teoriile existente explică asemenea obiecte concrete, teoreticianul nu are de-a face deloc cu sisteme reale, ci creează idealizări ale acestora care posedă doar unele asemănări cu sistemele reale. Într-adevăr, orice teorie ştiinţifică se referă numai la cîteva aspecte ale sistemului real pe care îl schematizează — de exemplu la aspectele lui mecanice. Mai mult, pentru justificarea unuia dintre aceste aspecte se introduc doar cîteva variabile, celelalte rămînînd necunoscute sau neglijate. În sfîrşit, numai cîteva relaţii între asemenea variabile relevante sînt introduse pentru a explica patternurile obiective ale structurii şi comportamentului referentului real.

Pe scurt, teoriile ştiinţifice au de-a face cu modele ideale presupuse a reprezenta, într-o manieră mai mult ori mai puţin simbolică şi cu o anumită aproximaţie, unele aspecte ale sistemelor reale — niciodată pe toate acestea. De exemplu, o teorie a tranzacţiilor economice poate idealiza oameni care s-ar comporta într-o manieră pur raţională, dezinteresîndu-se de orice caracteristică neeconomică a lor. De aceea, deşi teoriile factuale sînt numite adesea *modele*, este mai adevărat să spunem că ele conţin modele şi că aceste modele mai degrabă decît teoriile, însele, se presupun a reprezenta referenţii teoriei. O teorie ca un tot se referă la un sistem sau, mai ales, la o clasă de sisteme, şi modelul cuprins de teorie *reprezintă* sistemul (vezi figura 2). Teoriile *rivale* vor avea acelaşi referent, dar îl vor descrie diferit, şi modelele lor corespunzătoare pot, dar nu e necesar să fie diferite. Astfel, o colecţie de particule punctuale poate servi ca model fie într-o teorie clasică, fie într-una relativistă.

Scanned with OKEN Scanner

Nici o teorie nu reprezintă literal un lucru, eveniment sau proces real. În primul rînd, deoarece multe aspecte sînt necunoscute sau irelevante, ori relevante, dar secundare (sau cel puţin considerate a fi secundare). În al doilea, deoarece nici o teorie nu e o imagine propriu-zisă: teoriile ştiinţifice sînt construcţii cu materiale (concepte, ipoteze şi relaţii logice) esenţialmente diferite de referenţii lor şi majoritatea nereprezentaţionale. (O fotografie este, de aemenea, esenţial deosebită de obiectul pe care-l reproduce, dar pe de altă parte ea este alcătuită din material perceptibil.) Deoarece logica şi matematica — liantul care uneşte conceptele ştiinţifice — sînt simbolice. La fel sînt şi multe concepte cu conţinut factual ale teoriilor ştiinţifice, cum ar fi „sarcină electrică" şi „energie". Desigur, multe asemenea concepte „substanţiale" au un referent; ele sînt însă simbolice la fel ca un cuvînt scris care, în contrast cu un hieroglif, este un simbol sau semn neiconic care poate sta pentru (se referă la) un obiect real. Pe scurt, teoriile factuale sînt reconstrucţii *sumare* (schiţe) şi *simbolice* nu complete şi iconice ale sistemelor reale.

Se pune adesea întrebarea dacă „entităţile teoretice" există în mod obiectiv. Desigur, nu. Ceea ce poate exista

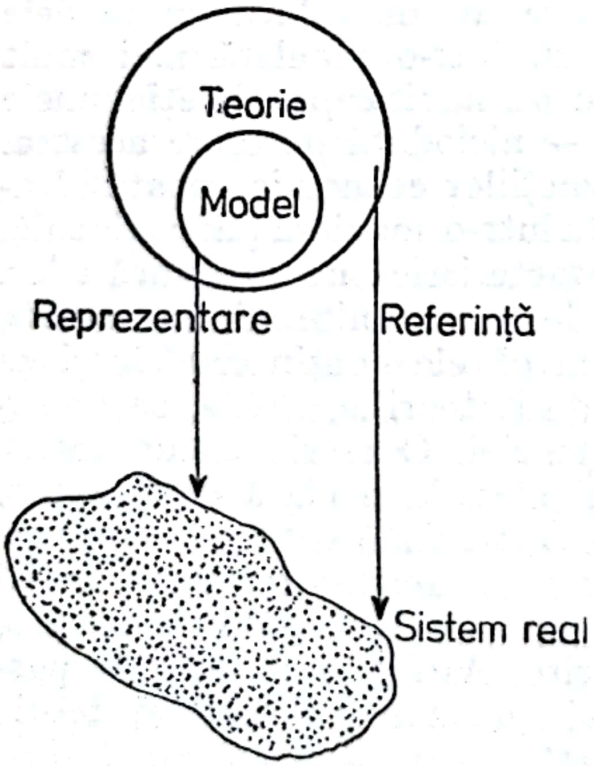


Fig. 2. — Teoriile factuale nu sînt modele, ci conţin modele. Un model este o reprezentare idealizată a unei clase de obiecte reale.

Scanned with OKEN Scanner

este lucrul, evenimentul sau proprietatea individuală la care se referă teoria conţinînd un predicat teoretic dat. Dealtminteri, nu toţi componenţii unei teorii factuale pot avea în mod individual un referent real. Să concepem o particulă în mişcare într-un cîmp de forţă: aceste două lucruri — particula şi cîmpul — care prin interacţiunea lor constituie un singur sistem, pot exista separat numai într-o anumită măsură (adică, atîta timp cît cîmpul nu este cîmpul propriu al particulei). Ce este însă cu conceptele care constituie modelul teoretic al acestui sistem, cum ar fi „poziţia la un moment dat a particulei" şi „intensitatea cîmpului într-un punct dat"? Firește, ele nu au o existenţă separată: ele sînt concepte — desigur concepte avînd semnificaţie factuală, dar concepte. Dealtfel, e îndoielnică posibilitatea de a le atribui corespondenţi materiali individuali: mai degrabă, *întreaga* imagine teoretică poate avea un corespondent în lumea reală, şi anume *întregul* sistem fizic (particulă-într-un-cîmp). Diferitele părţi, proprietăţi sau relaţii ale unui asemenea sistem real nu au existenţă separată. Fără îndoială, un fir de praf care se mişcă haotic într-o cameră ocupă o poziţie în fiecare moment şi cîmpul electromagnetic într-un tub TV are o intensitate dată în fiecare punct. Dar eliminaţi firul de praf, şi poziţia particulei dispare; întrerupeţi cîmpul în tub, şi intensitatea sa va dispărea şi ea. Nu există proprietăţi independente, după cum nu există lucruri fără proprietăţi. A întreba dacă poziţia sau forţa există se aseamănă cu a întreba dacă relaţiile încă există sau dacă funcţia gîndirii există, înseamnă a comite o reificare a predicatelor. Ceea ce poate exista sînt particulele în mişcare, indivizi care gîndesc ş.a.m.d. Noi sîntem cei care, pentru a explica comportamentul obiectelor concrete, construim modele conceptuale care, oricît de precise ar fi, nu pot pretinde că oricare dintre ingredienţii lor au un corespondent real separat. Pe scurt, corespondenţa dintre modelele teoretice şi referenţii lor nu este punctuală ci globală, o corespondenţă *de-la-sistem-la-sistem*.

Complexitatea relaţiei teorie-realitate, faptul că teoriile nu sînt doar însumări de date sau de fapte ne sugerează că, cu cît începe mai devreme activitatea teoretică într-un domeniu, cu atît mai uşoară va fi dezvoltarea ei ulterioară.

Scanned with OKEN Scanner

La începutul ştiinţei, cînd se cunosc puţine fapte şi generalizări şi în plus standardurile de rigoare sînt tolerante, este comparativ mai uşor să se formuleze teorii, în special cu ajutorul tehnicilor simbolice ale matematicii. Pe măsură ce devin cunoscute mai multe fapte, o parte prin intervenţia teoriilor încă imature, acestea din urmă ar putea fi îmbunătăţite; la rîndul lor, teoriile perfecţionate devin instrument pentru strîngerea de noi informaţii semnificative, altfel neconceptibile. Dacă, pe de altă parte, construcţia teoriei este indefinit amînată fie pentru că nu i s-a simţit necesitatea sau din cauza fricii de eşec, o întreagă mulţime de convingeri şi o masă de proceduri oarbe îi vor lua locul, întrucît, în orice caz, nu ne putem dispensa de idei. Ca urmare, cantitatea de date poate deveni atît de impunătoare şi dezordonată, încît doar o armată de genii ar mai putea ghici de unde să se înceapă. Tocmai aceasta s-a petrecut cu acumularea întîmplătoare, de-a lungul mileniilor, de informaţii imprecise şi superficiale — adesea foarte „confidenţiale" — asupra comportamentului uman. Să încercăm deci teoriile într-un stadiu timpuriu: oricum, ele vor fi înlocuite de altele mai complexe şi adevărate.

Teoriile timpurii din orice domeniu ocupat de colecţionarii de date pot fi luate în rîs de către aceştia, fiind mult prea artificiale: prea sumare şi prea inexacte. Acest gen de critică facilă cu greu ar putea impulsiona activitatea teoretică, bazîndu-se pe o concepţie greşită asupra naturii teoriilor. Nimeni n-a văzut vreodată un corp solid sau un fluid aşa cum este descris de mecanica raţională: corpurile reale se comportă destul de diferit de modelele lor teoretice; cu toate acestea, ele sînt indispensabile chiar pentru conceperea experimentelor privind substanţele solide şi fluide. Adevăratul răspuns la critica artificialităţii nu este acela de a se începe cu lucrurile reale şi de a se aduna informaţii despre ele, ci introducerea predicatelor teoretice noi şi ipotezelor noi care să coreleze aceste predicate în scopul îmbogăţirii modelului conceptual şi al inventării experimentelor care vor minimiza, pe cît posibil, condiţiile teoretice ideale. Nici un teoretician nu va respinge o teorie pe motiv că ea nu reprezintă fidel obiectul ei în integralitatea lui. Teoriile ştiinţifice sînt toate (i) *parţiale*,

Scanned with OKEN Scanner

în sensul că se raportează doar la unele aspecte ale referenților lor, și (ii) *aproximative*, ele nefiind libere de eroare.

O teorie științifică perfectă (completă și în întregime exactă) nu există și nu va exista niciodată. Primul membru al acestei conjuncții se poate stabili imediat cu ajutorul informației empirice privind performanța teoriilor existente: nici una nu dă seama de toate particularitățile referenților și cu orice grad dorit de precizie, iar dacă o anumită teorie pare a fi perfectă, este suficient să mai așteptăm un timp. Cel mai mult se poate spune despre orice teorie dată că ea acoperă satisfăcător anumite aspecte ale unei clase date de obiecte, cu o eroare mai mică decît eroarea experimentală tolerată în acest moment. Al doilea membru al tezei de sus — „Nici o teorie perfectă nu va fi construită vreodată" — poate fi considerat ca irefutabil, întrucît, dacă perfecțiunea ar fi revendicată de vreo teorie, am putea argumenta că aparența perfecțiunii este o amăgire datorată limitărilor noastre prezente și că experiența viitoare mai devreme sau mai tîrziu, îi va dezvălui inexactitățile. Acest argument, totuși, are un iz dogmatic. Nu avem nevoie să recurgem la un argument *a posteriori*, cu atît mai puțin la unul depinzînd de o experiență viitoare: imperfecțiunea, eventual eșecul oricărei teorii științifice, poate fi stabilită *a priori*. Argumentul este următorul:

Orice teorie științifică e construită, de la început, ca o idealizare a sistemelor sau situațiilor reale, adică însăși construcția unei teorii științifice implică *simplificări* atît în ceea ce privește selecția variabilelor relevante și ipotetizarea relațiilor (de exemplu enunțurile nomologice). Asemenea simplificări se fac indiferent dacă noi ne dăm seama că ele conduc la erori — nu greșeli, ci numai discrepanțe cu faptul real. Dealtfel, acesta nu este doar un enunț descriptiv privind aspectele reale ale construcției teoriei: este o regulă a construcției teoretice de a se face cîte simplificări sînt posibile la început, slăbindu-le gradul și numai pe măsură ce se dovedesc a constitui supoziții prea grosiere. Asemenea simplificări sînt, desigur, abateri deliberate de la adevăr.

Idealizările inerente în supozițiile inițiale se vor propaga spre consecințele lor testabile; dealtminteri, supozi-

ţii simplificatoare auxiliare cunoscute a fi false (de exemplu, că pămîntul este plat, sau că este perfect sferic) trebuie adesea adăugate axiomelor propriu-zise pentru a deriva teoreme comparabile cu datele empirice. Cînd asemenea teoreme sînt supuse testelor empirice, o discrepanţă cu rezultatele acestor teste va apărea mai devreme sau mai tîrziu — cu cît sînt mai fine tehnicile experimentale, cu atît mai devreme. Şi o asemenea discrepanţă va obliga pe teoretician să complice gradual imaginea teoretică sau chiar să ia un start cu totul nou. Dar teoria îmbunătăţită mai complexă nu se va referi direct la un model ideal mai puţin decît teoria anterioară. Lucrul acesta se explică prin faptul că teoriile sînt sisteme conceptuale, nu sacoşe cu experienţe.

Deoarece în ştiinţa factuală nu pot exista teorii perfecte, să încercăm să construim teorii din ce în ce mai bune, adică să tindem să contribuim la progresul teoretic — care ar fi imposibil dacă perfecţiunea ar putea fi atinsă. Astfel, o condiţie pentru a fi capabili să controlăm dacă o teorie dată constituie o perfecţionare a altora este să avem anumite canoane de evaluare a teoriilor. Exigenţele unei teorii ştiinţifice satisfăcătoare vor fi cercetate în secţiunile următoare; criteriile pentru compararea teoriilor trebuie lăsate pentru vol. II, cap. 15.

2. UNITATEA CONCEPTUALĂ

O teorie ştiinţifică este un sistem de ipoteze presupus a da o explicaţie parţială şi aproximativă unui domeniu al realităţii. În acest sens, vom sublinia că o teorie este un *sistem*, adică un corp unificat, şi nu numai un set de formule (vezi figura 3). Sistemicitatea sau unitatea teoriilor ştiinţifice este atît formală (sintactică), cît şi materială (semantică):

Unitatea formală a unei teorii ştiinţifice constă în existenţa relaţiilor logice între formulele teoriei, astfel încît nici o formulă să nu rămînă izolată. Pe scurt, unitatea formală a unei teorii constă în a fi un sistem ipotetico-deductiv, adică un corp ale cărui părţi sînt sau ipoteze iniţiale sau consecinţe logice ale acestora. Pe de altă parte, ceea ce s-ar putea numi *unitatea materială* a unei teorii ştiinţifice cere o referinţă comună a părţilor ei, care se

Scanned with OKEN Scanner

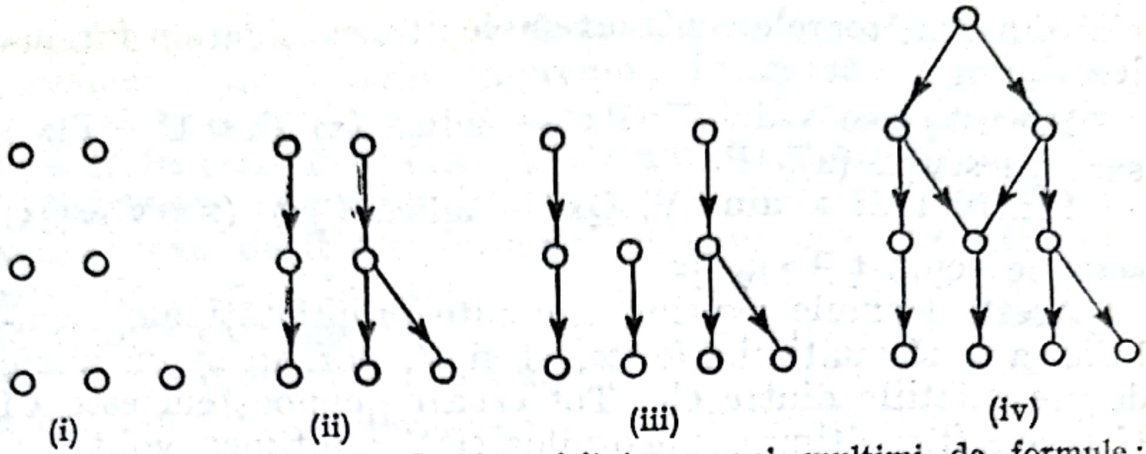


Fig. 3. — Grade diferite de sistemicitate a unei mulţimi de formule: (i) o mulţime de formule disconectate (nu e sistem); (ii) două sisteme nelegate reciproc; (iii) şi (iv) sisteme.

reflectă în repetarea pregnantă a unor concepte-cheie. Acestea sînt distribuite între formulele teoriei astfel încît nici un concept specific al teoriei să nu rămînă izolat de celelalte. Astfel, de exemplu, într-o teorie a electronilor toate variabilele se referă la electroni şi la lucrurile (de exemplu, cîmpurile exterioare) care ar putea influenţa comportarea electronilor — nu la poduri sau la aşteptările umane; şi ipotezele teoriei sînt tocmai relaţii între asemenea variabile. Referinţa la obiecte *externe* — sau la obiecte considerate a fi reale, *ex hypothesi* — face posibilă obiectivitatea teoriei, deşi ea este insuficientă pentru acest scop. Iar unitatea referinţei, adică referinţa la o *singură mulţime de obiecte*, dă teoriilor factuale unitate conceptuală sau, cum s-ar mai putea spune, *consistenţa lor semantică*. Cu alte cuvinte, orice teorie ne-logică poartă asupra unei mulţimi nevide care, departe de a constitui o colecţie arbitrară, este caracterizată de cîteva proprietăţi interrelate. Nici o asemenea condiţie de singularitate şi existenţă nu este impusă teoriilor logice.

O considerare a consistenţei semantice trebuie să preceadă tratarea consistenţei sintactice. Într-adevăr, înainte de a încerca să stabilim relaţii deductive între unele formule ale unei mulţimi, trebuie să aflăm dacă asemenea relaţii sînt în general posibile, şi o asemenea posibilitate depinde de anumite proprietăţi semantice. În primul rînd şi înainte de toate, ea depinde de o referinţă comună la un *univers de discurs* sau *mulţime de referinţă* dată. Aceasta va fi

clar din următoarele contraexemple: Să considerăm formulele

Pentru orice x din U, Px — adică $(x)\ (x \in U \rightarrow P(x))$ sau, pe scurt, $(x)_U\ Px$.

Pentru unii x din V, Qx — adică $(\exists x)\ (x \in V\ \&\ Qx)$ sau, pe scurt $(\exists x)_V\ Qx$.

Aceste formule exprimă anumite proprietăţi ale membrilor a două mulţimi diferite, U şi V, dar nu spun nimic despre relaţiile dintre ele. Tot ceea ce cunoaştem este că U poate fi mulţimea unicornilor şi V mulţimea voliţiilor. Pînă cînd nu adăugăm o a treia formulă care să exprime, să zicem că, V este o parte a lui U sau conversa, nu vom fi capabili să stipulăm că cele de mai sus sînt formule ale aceleiaşi teorii, şi aceasta pur şi simplu datorită faptului că nu vom putea să le combinăm pentru a deduce anumite consecinţe din ele.

Un *univers de discurs* sau mulţime de referinţă comună este de aceea necesară pentru stabilirea relaţiilor logice dintre membrii unei mulţimi de formule indiferent dacă ele aparţin matematicii sau fizicii. (Faptul că în cazul teoriilor abstracte, cum ar fi algebra booleană şi teoria grupurilor, şi al teoriilor semiabstracte, cum ar fi teoria mulţimilor, natura elementelor referinţei mulţimii fundamentale sau de referinţă nu este specificată, nu este implicat faptul că referentul însuşi nu este fixat dinainte. Cînd universul de discurs nu este indicat, se înţelege că el este o mulţime arbitrară, cum este în cazul teoriei identităţii, care are loc pentru orice mulţime imaginabilă.)

Un alt factor al consistenţei semantice este condiţia ca predicatele unei teorii să-şi corespundă în semnificaţie, adică *să aparţină aceleiaşi familii semantice*. Sau, cum vom mai spune, predicatele teoriei trebuie să fie *semantic omogene*. Această condiţie exclude automat din rîndul teoriilor ştiinţifice enunţuri cum ar fi „Magneţii sînt drăguţi", care este sintactic self-consistent, dar semantic inconsistent: el combină predicate eterogene. Cerinţa omogenităţii semantice se aplică, desigur, mulţimilor de formule, fiecare dintre ele fiind atît sintactic, cît şi semantic consistentă. De exemplu, „oricare Olimp reflectă relaţiile proprii fiecărui grup care l-a generat" şi „există infinit

de multe numere prime", ambele sînt sintactic şi semantic consistente, dar, luate împreună, formează o mulţime căreia îi lipseşte omogenitatea semantică şi nu poate de aceea să fie considerată ca o parte a uneia şi aceleiaşi teorii.

Exigenţa omogenităţii semantice este mai uşor de exemplificat decît de formulat. Ca urmare, vor exista cazuri de graniţă în care ne va fi greu să decidem dacă eterogenitatea semantică este numai un rezultat al lipsei de înţelegere asupra unei unităţi subiacente: la urma urmelor, teoriile interdisciplinare, ca biochimia şi psihologia socială, s-au născut din unirea conceptelor care iniţial aparţineau unor familii semantice separate. Ca o consecinţă, cerinţa omogenităţii semantice trebuie să fie considerată ca un ghid sumar şi neinfailibil. Decizia ultimă privind omogenitatea sau eterogenitatea semantică a unui set de predicate se întemeiază pe existenţa sau nonexistenţa unor teorii verosimile în care conceptele sînt conectate, mai mult decît pe consideraţii semantice. Astfel, cerinţa omogenităţii semantice reflectă şi consacră multiplicitatea şi separarea teoriilor, iar aceasta, la rîndul ei, pare a corespunde oarecum independenţei comparative între diferitele aspecte ale lumii. Dacă realitatea ar fi sau un bloc solid (*monismul* radical) sau o grămadă de elemente eterogene (*pluralismul* radical), nu ar fi posibil să se grupeze proprietăţile în familii neconectate sau cel puţin slab legate.

O a treia condiţie pentru asigurarea consistenţei semantice este aceea ca predicatele unei teorii să fie acelea şi numai acelea care apar în supoziţiile iniţiale ale teoriei şi în definiţii. Aceasta va fi numită condiţia *închiderii semantice*. Ea este proiectată pentru a împiedica introducerea prin contrabandă a predicatelor străine de cîmpul acoperit de teorie, care adesea sînt introduse la nivelul teoremelor. Închiderea semantică înlătură dubla interpretare a unui singur simbol care apare în cadrul unei teorii date — cum s-a petrecut cu distincţia artificială între masa inertă şi cea gravitaţională. Vom vedea ulterior că o parte din confuzia privind fundamentele teoriei cuantice ar putea fi analizată pînă la descoperirea unei violări a condiţiei închiderii semantice.

Pentru a aprecia cerinţa închiderii semantice, am putea fi tentaţi să examinăm următoarea evoluţie. Să admi-

Scanned with OKEN Scanner

tem următoarele: construim o teorie, o testăm empiric şi o găsim necorespunzătoare. Putem încerca să salvăm teoria adăugîndu-i o ipoteză *ad-hoc*, conţinînd, să zicem, un predicat care designează o proprietate care n-a fost luată în considerare la început, dar care explică cu precizie rezultatul nefavorabil. Aceasta se poate realiza fie adăugînd o nouă ipoteză la mulţimea postulatelor, fie prin modificarea teoremei inadecvate t într-un enunţ mai slab, dar empiric confirmat $t \vee u$, unde u este ipoteza *ad-hoc* (o asemenea transformare este logic legitimă: t implică $t \vee u$ unde u este un enunţ arbitrar). Adăugarea ipotezei *ad-hoc* la axiomele teoriei poate fi respinsă dacă noua supoziţie nu are consecinţe independent testabile (vezi secţiunea 5.6). Adică trucul va produce o teorie diferită, care ar putea fi îndepărtată, deoarece una dintre supoziţiile sale nu serveşte altui scop decît protejării celorlalte axiome. Dar a doua manevră, constînd în folosirea regulilor de adăugare pentru a înlocui falsa teoremă t prin teorema trivial adevărată $t \vee u$, unde „u" ar putea sta pentru „Londra este capitala Marii Britanii", nu poate fi eliminată recurgînd la testabilitate. Principiul închiderii semantice, pe de altă parte, evită o asemenea manevră. Dar

Axioma 1 $C_1 - C_2$	Axioma 1′ $C_1 - C_2$
Axioma 2 $C_3 - C_4$	Axioma 2′ $C_2 - C_3$

Fig. 4. — Axiomele 1 şi 2 împreună nu constituie o teorie, deoarece cele patru concepte primitive C_1, C_2, C_3, C_4 nu sînt distribuite între ele. (ii) Axiomele 1′ şi 2′ satisfac condiţia conexibilităţii conceptuale: unul din cei trei primitivi, anume C_2, participă la două axiome.

el nu împiedică adăugarea unui enunţ format cu predicate înfrăţite cu teoria, cu toate că nu derivă din supoziţiile ei iniţiale. Numai unitatea formală (sistemicitatea) o poate evita.

Condiţia închiderii semantice nu constituie o prohibiţie pentru exportarea conceptelor introduse de o teorie dată: închiderea, ca o membrană semipermeabilă, acţionează numai într-un sens, prevenind intrarea unor noi concepte o dată ce teoria a fost formulată, pentru a înlătura o reajustare nesfîrşită a teoriei la date sau la unele doctrine filosofice. Difuzia conceptelor fundamentale peste

Scanned with OKEN Scanner

tot în ştiinţă — un proces care intensifică integrarea cunoaşterii ştiinţifice — nu este împiedicată în principiu.

Un al patrulea factor al consistenţei semantice este cerinţa ca conceptele-cheie ale teoriei „să fie solidare": o vom numi condiţia *conexibilităţii conceptuale*. Cu alte cuvinte, conceptele primitive (sau nedefinite) ale teoriei trebuie să fie într-un fel distribuite între axiome, astfel ca acestea să se poată îmbina (vezi figura 4). Mai precis, vom spune că o mulţime de axiome este solidară (conexată) *conceptual* dacă şi numai dacă nici un concept primitiv nu apare într-o singură axiomă din mulţime. Dacă nu există îmbinare primitivă (conexibilitate conceptuală), atunci nu există nici îmbinare axiomatică; nu există îmbinare axiomatică, atunci nu există nici relaţie de deductibilitate; fără deductibilitate nu există sistem.

Proprietatea conexibilităţii conceptuale este legată dar nu identică cu condiţia unei mulţimi de referinţă comună (prima cerinţă). De fapt, scoţînd la iveală variabilele asupra obiectelor unei mulţimi de formule, putem arăta că ele au o variabilă asupra obiectelor comună, de exemplu, că ele toate conţin termenul „corp". Dar unele dintre formule se pot referi la proprietăţi mecanice ale corpurilor, altele la preţul lor de producţie ş.a.m.d. O clasă de referinţă comună este o condiţie necesară, dar nu suficientă pentru a asigura conexiunea conceptuală. Dar conexibilitatea conceptuală nu garantează un univers comun de discurs. Astfel, „Pisicile sînt independente" şi „Cu cît este mai independentă o persoană cu atît este mai puţin adaptată" au comun predicatul „independent", dar mulţimea de referinţă a primei propoziţii este clasa pisicilor, pe cînd al doilea enunţ se referă la persoane.

Este dezirabil, dar nu obligatoriu ca axiomele unei teorii să fie independente la nivel propoziţional, în sensul ca ele să nu fie reciproc deductibile (vezi secţiunea 6). Dar, dacă axiomele ar fi mutual independente şi la nivel conceptual, adică dacă nici unele dintre axiomele „teoriei" luate cîte două nu ar avea în comun anumiţi primitivi, nu ar fi posibilă deducţia. Conexibilitatea conceptuală este deci necesară pentru derivabilitate, care este, desigur, esenţială pentru teorie. Solidaritatea conceptuală este dezirabilă pentru mulţimea tuturor teoriilor ştiinţifice într-un cîmp

Scanned with OKEN Scanner

dat — de exemplu, psihologia —, deoarece ea face posibilă îmbogăţirea, controlul şi suportul lor reciproc. Dealtfel, conexibilitatea conceptuală a ansamblului ştiinţei factuale este dezirabilă chiar dacă ea nu poate fi cerută teoriilor existente în mod curent. Chimia a devenit o ştiinţă cînd a stabilit contact cu fizica prin importarea conceptelor fizice fundamentale de masă şi atom, iar psihologia a devenit o ştiinţă cînd a împrumutat concepte din fiziologie. Dar dezideratul conexibilităţii conceptuale nu trebuie exagerat pînă la gradul excluderii din ştiinţă a tuturor conceptelor specifice ne-exportabile altor ştiinţe, utilizîndu-se doar conceptele generice cum sînt „obiect", „determinare" şi „schimbare".

În rezumat avem deci patru factori ai unităţii conceptuale sau consistenţei semantice, care împreună sînt necesari (deşi nu suficienţi) pentru a avea sisteme ipotetico-deductive, sau pe scurt, teorii. Aceşti factori sînt: (i) un singur univers de discurs sau mulţime de referinţă, care adesea e indicată de numele teoriei (de exemplu, dinamica corpurilor rigide), deşi ar putea să nu fie considerată în formularea conceptelor primitive; (ii) omogenitate semantică (a predicatelor) sau apartenenţa la aceeaşi familie semantică — o condiţie tipic violată de teoriile excentrice; (iii) închiderea semantică sau prohibiţia introducerii ocazionale de noi predicate — dacă nu se afirmă clar că se propune o nouă teorie; (iv) conexibilitate conceptuală sau distribuţia echitabilă a predicatelor în formule.

Ne-am putea întreba dacă consistenţa semantică sau unitatea conceptuală a unei teorii sau a unui grup de teorii este numai o proprietate logică sau ea reflectă oarecum o unitate obiectiv existentă, de exemplu o interconexiune fizică. Următorul exemplu va arăta că unitatea conceptuală sau consistenţa semantică nu trebuie să reflecte o unitate fizică. Fie x şi y variabile numerice ale conceptelor cantitative fiecare reprezentînd o proprietate fizică a unei clase de sisteme; să admitem apoi că ambele depind de o a treia variabilă, t, care va fi considerată ca variabila independentă şi pentru care ar putea fi luat timpul. Să considerăm întîi perechea de ecuaţii:

$$x = f(t), \qquad y = g(t).$$

Această pereche satisface toate cele patru condiții ale consistenței semantice: ea se referă la o clasă dată de sisteme, cele trei variabile sînt semantic omogene (toate sînt variabile fizice), nici o nouă variabilă nu e permisă să descindă din ele ca *deus ex machina;* în fine, una din ele, și anume t, este conținută de ambele formule. Cu toate acestea, setul de formule precedent nu reprezintă un sistem concret (de exemplu, un atom sau o economie), deoarece x și y nu se determină unul pe altul: de fapt valorile luate de x sînt independente de cele luate de y și convers: x și y evoluează paralel în timp. Conchidem că unitatea conceptuală nu e nevoie să reflecte sistemicitatea fizică — adică ea nu este o condiție suficientă a integralității fizice. Pe de altă parte, un sistem de ecuații ca

$$ax + by = f(t), \qquad x + dy = g(t)$$

reprezintă un sistem fizic dacă variabilele cuprinse reprezintă proprietăți fizice ale sistemelor de un anumit gen, deoarece în acest caz x, y și t se determină reciproc. (Acest exemplu arată, fiindcă veni vorba, că deși forma nu determină conținutul, ea trebuie să-i corespundă.)

Am văzut că unitatea conceptuală este necesară pentru asigurarea unității formale și a deductibilității; dar ea este insuficientă. Pentru a fi în stare să deducem ceva din premisele inițiale, acestea trebuie să fie *precise* și *bogate.* Din premise imprecise nu se poate conclude ceva neambiguu: imprecizia este omologul semantic al contradicției prin faptul că ambele conduc la o proliferare nedorită a consecințelor. Și din axiome sărace nu se poate conclude nimic sau prea puțin.

Astfel, nici o geometrie nu poate fi clădită pe supoziții cum ar fi: „Spațiul este insondabil", „Spațiul este o formă de existență" sau „Spațiul este senzorialitatea divinității"; ele sînt mult prea imprecise. O formulă mai modestă asupra distanței dintre două puncte arbitrare va fi, pe de altă parte, un bun candidat pentru o axiomă geometrică atît datorită preciziunii, cît și bogăției ei. Nici enunțurile negative nu pot fi calificate axiome, deși ele ar putea apărea ca teoreme, și aceasta pentru o rațiune similară: o propoziție negativă este mult prea indefinită și, ca urmare, se

bucură de o testabilitate slabă. O propoziţie afirmativă, pe de altă parte, reprezintă o angajare determinată şi, dacă este factual semnificativă, ea ne îndreaptă să căutăm în lumea faptelor referentul care o va suporta sau submina. Asemănător, o propoziţie ca „Universul pare întotdeauna şi peste tot acelaşi" nu e utilă ca o axiomă a cosmologiei nu doar numai pentru că ea este vagă, dar şi pentru că este săracă: de fapt ea este prea puţin altceva decît o generalizare (pripită) a datelor observate. Axiomele ştiinţei factuale nu sînt generalizări empirice, ci enunţuri legice de nivel superior care, departe de a rezuma datele, pot explica atît datele, cît şi generalizările rezultatelor observaţiei.

Pentru a obţine precizia este suficient, deşi nu strict necesar, să fie folosite concepte cantitative, cum ar fi lungimea sau densitatea populaţiei. Iar pentru a obţine axiome bogate, tindem să maximizăm: (i) *domeniul variabilelor*, adică domeniul cuprins de cuantificatorii logici; (ii) *comprehensiunea* conceptelor şi (iii) *gradul de abstracţie* al conceptelor. Efectivitatea primului procedeu este evidentă: cu cît este mai mare domeniul unei formule, cu atît mai multe instanţe sînt subsumate de ea. Iar dintre două formule cu acelaşi grad de generalitate — două enunţuri universale, să zicem —, cel mai bogat va fi acela care va conţine concepte mai generale (pentru conceptul de generalitate, vezi secţiunea 2.3). Astfel, de exemplu, „Oamenii se autoreproduc", „Mamiferele se autoreproduc", „Vertebratele se autoreproduc" şi „Organismele se autoreproduc", toate sînt propoziţii universale, dar de o bogăţie crescătoare, deoarece extensiunea lui „organism" include pe aceea a lui „vertebrate", aceasta pe aceea a lui „mamifer" şi aceasta din urmă, la rîndul său, pe a lui „om". În acelaşi timp, aceste concepte sînt ordonate în raport cu complexitatea epistemologică sau cu gradul de abstracţie; interpretînd „<" ca „mai puţin abstract ca", putem scrie:

„om" < „mamifer" < „vertebrat" < „organism".

Faptul că abstracţia sau îndepărtarea de experienţa imediată este o sursă de bogăţie pentru premisele unei

teorii şi că ea trebuie de aceea dorită poate fi înţeles din două motive: întîi, dacă vrem să clădim teorii bogate, trebuie să alegem concepte de bază care susţin *multe relaţii* între ele, astfel încît să poată apărea în multe formule. Şi conceptele abstracte şi comprehensive ca „organism" satisfac această condiţie mai bine decît termenii singulari ca „Snoopy"; În al doilea rînd, dacă dorim să explicăm experienţa, trebuie să ne *ridicăm deasupra ei* prin analizarea în termeni nonexperienţiali. Putem deriva ipoteze referindu-se la corpurile colorate din ipoteze privind moleculele fără culoare, dar nu viceversa. Ca urmare, un predicat fenomenal ca „roşu" nu va apărea ca un concept primitiv în chimie; aceasta are însă nevoie de constructe ipotetice ca „atom" printre conceptele ei primitive. Cu cît este mai apropiat de experienţă, cu atît mai puţin apt este un concept de a intra în axiomele unei teorii. Aceasta este una dintre raţiunile pentru care teoriile nu sînt „abstrase" din observaţie. O altă raţiune este că ştiinţa, şi în particular fizica, ne învaţă că faptele de experienţă, cum ar fi evenimentele observabile, sînt rezultate macroscopice ale miriadelor de evenimente microscopice (deci transempirice). Ca urmare, distincţia importantă dintre proprietăţile primare (fizice, obiective) şi proprietăţile secundare (fenomenale, subiectiv-centrate) nu este arbitrară şi explicarea proprietăţilor secundare în termenii proprietăţilor primare este înrădăcinată în structura lumii.

Caracterul abstract (epistemologic) al conceptelor de bază sau primitive ale teoriilor ştiinţifice este o cauză pentru care formulele de nivel inferior, cum ar fi generalizările empirice, sînt uzual „descoperite" mai devreme decît axiomele din care ar putea fi derivate. Este, într-adevăr, un fapt istoric — sau o generalizare a remarcilor privind istoria intelectuală — că, în general, teoremele se nasc înaintea axiomelor, deşi axiomele sînt logic anterioare teoremelor. Drumul istoric a fost aproape totdeauna următorul: (i) stabilirea generalizărilor de nivel inferior (viitoare teoreme); (ii) generalizarea acestora (adică generalizarea teoremelor particulare); (iii) „descoperirea" relaţiilor logice între teoremele cunoscute; (iv) „descoperirea" faptului că unele dintre ele ar putea servi ca axiome sau inventarea premiselor de nivel superior din care corpul exis-

Scanned with OKEN Scanner

tent de cunoştinţe poate fi derivat; (v) sistematizarea logică a corpului, adică axiomatizarea (completă sau parţială) şi, eventual, formalizarea. Ultimele două stadii, axiomatizarea şi formalizarea (vezi secţiunea 8.3) sînt rareori atinse în ştiinţa factuală, în parte deoarece importanţa axiomatizării şi formalizării este subestimată, pentru că nu se realizează poate că reflecţia lucidă asupra faptelor cunoscute şi asupra vechilor idei nu este inferioară gîndirii neclare asupra celor mai noi descoperiri.

Această tendinţă istorică de la particular la general şi de la concret şi empiric la transempiric este exact inversul ordinii logice. O primă consecinţă: specialiştii analizei logice a rezultatelor finale ale cercetării nu au în mod obişnuit un sentiment al construcţiei reale a ştiinţei şi, invers, istoricii ştiinţei sînt rareori conştienţi de particularităţile logice şi epistemologice ale teoriilor ştiinţifice. O a doua consecinţă: axiomele, contrar tradiţiei aristotelice, sînt mult mai puţin evidente decît majoritatea teoremelor pe care le implică logic. „Axiomatic" este de aceea rău folosit pentru „self-evident". Oricine are cea mai mică îndoială asupra acestui fapt s-ar putea descotorosi de ea aruncînd o privire la supoziţiile iniţiale ale oricăreia dintre teoriile actuale avansate. A treia consecinţă: în procesul de construcţie a teoriei ştiinţifice, căutarea axiomelor este controlată în principal, deşi nu numai de ele, de ipotezele de nivel inferior existente, pe care axiomele trebuie să le implice logic, cel puţin aproximativ. Numai teoriile matematice abstracte sînt frecvent construite fără formule mai slabe preexistente; dar chiar şi în acest caz formulele cunoscute acţionează fie ca motive, fie drept control al celor mai tari. Dar scopurile nu oferă mijloacele: ipotezele de nivel inferior pe care teoria trebuie să le producă nu pot să sugereze neambiguu axiomele. Acestea vor fi inventate; ele nu sînt creaţii libere, deoarece sînt controlate de ipotezele inferioare; ele sînt însă creaţii veritabile.

Pe scurt, conceptele primitive ale unei teorii ştiinţifice trebuie să fie pe cît posibil de precise şi bogate, iar formulele ei primitive (axiomele) să fie consistente semnatic, adică să constituie un întreg conceptual unificat.

Putem acum studia forma logică sau structura teoriilor.

Scanned with OKEN Scanner

3. DEDUCTIBILITATEA

Pentru a studia relaţia de deductibilitate este convenabil să urmărim cum lucrează ea în teoriile axiomatice, deoarece acestea sînt cele mai organizate. *O teorie axiomatică* poate fi reprezentată ca o ţesătură suspendată de supoziţiile ei iniţiale (vezi. fig. 1). Acestea sînt un mănunchi de formule, comparativ bogate şi precise (propoziţii şi/sau funcţii propoziţionale) numite axiome sau postulate, care satisfac condiţia unităţii conceptuale (vezi secţiunea 2). Dedesubtul axiomelor stau toate celelalte ipoteze ale teoriei, numite, teoremele ei, chiar dacă teoria are un conţinut factual deoarece termenul „teoremă", ca şi „axiomă", indică un anumit statut logic independent de conţinut.

Într-o teorie complet axiomatizată, toate teoremele pot fi derivate numai din supoziţiile iniţiale prin mijloace pur formale (logice sau matematice), adică prin aplicarea regulilor inferenţei deductive. Cu alte cuvinte, date fiind axiomele unei teorii şi regulile de inferenţă presupuse de teorie (adică sistemele de logică şi matematică subiacente), toate teoremele rezultă unic determinate, chiar dacă niciuna dintre ele nu a fost realmente derivată. Predeterminarea logică este singura predeterminare efectivă şi ea este specifică teoriilor axiomatice.

În ştiinţa formală, o *axiomă* sau un postulat este o supoziţie nedemonstrată a cărei funcţie este să ajute demonstrarea altor formule ale teoriei. În ştiinţa factuală, de asemenea, o axiomă este nedemonstrată şi ajută demonstrarea altor enunţuri, dar introducerea ei este justificată în măsura în care aceste alte enunţuri (teoremele) sînt într-un fel oarecare validate prin experienţă. Cea mai ambiţioasă sarcină pe care şi-o poate asuma un teoretician este inventarea unui set de axiome care să acopere exhaustiv un cîmp dat al cunoaşterii. (Dacă acest scop poate fi deplin atins, este o altă poveste). Pentru aceasta nici o cantitate de date observaţionale nu-l poate ajuta: informaţia empirică este tocmai aceea pe care el doreşte să o explice şi ea va funcţiona, prin urmare, ca un stimul şi ca un control al construcţiei teoriei, dar nu ca sursa ei sau chiar ca ghid al ei (vezi secţiunea 2). Tot ceea ce teoreticienii pot face pentru a inventa

Scanned with OKEN Scanner

o teorie precisă este exploatarea completă a oricărei moşteniri genetice sau culturale cu care au fost înzestraţi.

Odată ce axiomele teoriei au fost formulate, teoreticianul poate sau (i) să deriveze noi teoreme din ele, sau (ii) să stabilească conexiuni cu alte cîmpuri ale cunoaşterii, sau (iii) să încerce să modifice unele dintre axiome cu intenţia de a obţine un sistem mai limpede sau mai economic, sau mai bogat, sau (iv) să încerce să specifice semnificaţia lor factuală şi/sau empirică, dacă există. Convers, date fiind o mulţime de rezultate parţiale ale cercetării mai mult sau mai puţin neconectate (cum ar fi, de exemplu, diversele generalizări privind structura nucleului, cunoscute înaintea propunerii modelului în pături), sarcina teoreticianului va fi formularea (inventarea) unei baze axiomatice din care ele ar putea fi derivate, adică convertite în teoreme. Odată ce o asemenea bază a fost inventată, se poate aştepta ca propoziţii noi, înainte necunoscute, să fie derivabile. (Dacă axiomele ar exista prin ele însele într-un domeniu platonic al ideilor sau dacă orice formulă dată ar sugera ea însăşi mulţimea postulatelor din care poate fi derivată, am putea vorbi de *descoperirea* axiomelor. Dar, deoarece axiomele nu se găsesc gata făcute şi nu sînt niciodată unic determinate de formulele inferioare preexistente, de ce am ezita să vorbim de *inventarea* sau *crearea* axiomelor?)

În orice teorie un grup de axiome sau formule superioare se pot discerne, dar nu orice teorie este axiomatică, adică să-şi autoconţină toate consecinţele. Pe de o parte, nici o teorie nu este complet axiomatizată şi, după cum vom vedea mai tîrziu, axiomatica nu epuizează conţinutul unei teorii factuale. Raţiunea acestei imposibilităţi este faptul că teoriile factuale trebuie să fie deschise la experienţă. Mai precis, teoriile factuale nu se pot dispensa de propoziţii singulare (datum) care nu se află nici printre axiome, nici nu sînt logic derivabile din ele. Asemenea informaţii empirice nu se vor plasa printre axiomele teoriei: întîi, deoarece nu implică logic nimic interesant; al doilea, deoarece datele constituie o mulţime deschisă şi astfel, o mulţime vie, întrucît creşte şi se conservă prin înlocuirea elementelor de informaţie perimate prin altele noi, mai exacte. Pe de altă parte, dacă se modifică sau se adaugă o axiomă

Scanned with OKEN Scanner

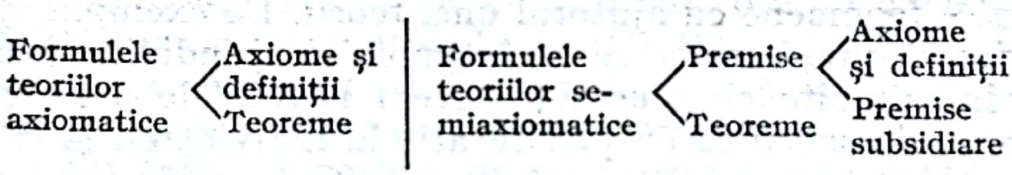
se produce o nouă teorie. La fel se întîmplă lucrurile și cu supozițiile auxiliare (de exemplu ipotezele simplificatoare) care sînt combinate cu axiomele în mod corespunzător, ori de cîte ori teoria este aplicată la un caz particular. Întrucît datele și supozițiile auxiliare sînt indispensabile pentru derivarea enunțurilor singulare și întrucît acestea sînt cele comparate cu experiența, trebuie să le admitem în teoriile noastre; dar, deoarece datele și ipotezele auxiliare nu sînt nici axiome nici teoreme, ele nu pot aparține nucleului axiomatic al teoriilor. Cu alte cuvinte, teoriile factuale nu pot fi complet axiomatizate.

Premisele unei teorii factuale aparțin unui tip din următoarele: (i) *supoziții inițiale* sau axiome, și (ii) premise *subsidiare*, cum ar fi ipotezele speciale, lemele și datele. Ipotezele demonstrate ca teoreme în teorii alternative și care sînt împrumutate din ele se vor numi *leme*; ele apar frecvent în deducțiile științei factuale. Astfel, un calcul în fiziologie poate cere introducerea de formule din analiză și mecanică. Și ipotezele speciale, ca și informațiile particulare, sînt, desigur, indispensabile pentru a explica și a prezice fenomene cu ajutorul unei teorii. De exemplu, dacă dorim să prezicem ce se va întîmpla unui individ particular în anumite circumstanțe, avem nevoie de o anumită informație specifică cu privire atît la individ, cît și la circumstanțe.

Premisele subsidiare (ipotezele speciale, lemele, datele) nu intră și nu pot intra în lista superioară a supozițiilor unor teorii, dar sînt adăugate lor fiind necesare pentru inferență. Nu există o limită a numărului premiselor subsidiare într-o teorie neaxiomatică: e permis să le împrumutăm din orice domeniu atîta timp cît ele se conformează cerințelor închiderii semantice și omogenității (vezi 2), adică condiției de a nu introduce elemente străine și de a ușura inferențele. În afară de aceasta, cea mai mare libertate în introducerea premiselor relevante domină în activitatea cognitivă desfășurată cu sistemele ipotetico-deductive—atîta timp cît ele nu sînt complet axiomatizate, adică self-conținute sau închise.

Această libertate de invenție a premiselor auxiliare și de folosire a datelor empirice se încheie odată cu adoptarea unei mulțimi stabilite de supoziții inițiale cu intenția

de a clădi un sistem *complet axiomatizat*, adică un sistem ipotetico-deductiv ale cărui singure ipoteze sînt date inițial. De fapt, deoarece un sistem axiomatic constă numai dintr-un set de axiome și din consecințele lui logice, el nu admite premise subsidiare (ipoteze speciale, leme, date) de genul celor adăugate în mod obișnuit unei teorii factuale cînd aceasta se folosește pentru a rezolva o problemă specifică. Urmează că numai o parte a teoriilor științifice factuale — corpul general sau miezul — este axiomatizabilă. Echivalent: teoriile factuale sînt esențial, dar nu exhaustiv axiomatizabile. Decurge de asemenea că, atîta timp cît o teorie axiomatică se aplică la o problemă specifică, cum ar fi calcularea unei predicții, crusta sa axiomatică poate fi spartă, astfel încît să turnăm în ea premise noi. Teoriile axiomatice stricte sînt importante în știința factuală pentru cercetările fundaționale, dar e imposibil să se lucreze numai cu ele, tocmai fiindcă ele sînt sisteme închise. În practică sînt preferabile teoriile *semiaxiomatice*, adică teoriile cu un *miez* axiomatizat și care permit introducerea premiselor subsidiare. Pe scurt



După ce s-au arătat avantajele și limitele axiomatizării, vom putea să considerăm mai atent relația de consecință logică. Cînd o formulă t este derivabilă dintr-o mulțime de aserțiuni A cu ajutorul regulii (regulilor) R, scriem $A \underset{R}{\vdash} t$. (Semnul „$\underset{R}{\vdash}$" nu designează un operator care, aplicat aserțiunilor A, produce consecința logică sau teorema t: deoarece, fiind dat A, există în mod obișnuit o infinitate de formule t, astfel încît $A \underset{R}{\vdash} t$.) Relația $\underset{R}{\vdash}$ este specificată prin enumerarea regulilor de inferență admise de teorie, cu alte cuvinte, a specifica relația de implicație logică (entailment) $\underset{R}{\vdash}$ revine la a specifica logica și matematica subiacente teoriei. Deoarece, de obicei, logica *obișnuită* (bivalentă) și teoriile matematice care o respectă sînt presupuse de teoriile factuale, am putea renunța la menționarea explicită a re-

gulilor, simplificînd prima formulă la „$A \vdash t$", care se citeşte „A are consecinţa t" sau „A implică logic t" — a nu se confunda cu „A implică t", adică „$A \rightarrow t$". Consecinţa, liantul care uneşte formulele unei teorii, este mai tare ca implicaţia: *Dacă* $A \vdash t$, *atunci* $A \rightarrow t$ *dar nu şi conversa.* (Generalizat la o mulţime $\{S,A\}$: Dacă $\{S,A\} \vdash t$, atunci $S \vdash A \rightarrow t$.) O strategie obişnuită pentru a demonstra enunţurile condiţionale este deci încercarea de a demonstra că antecedentul implică logic consecventul.

Asertarea lui A — sau numai punerea ipotetică a sa pentru scopul argumentării — ne obligă (logic) să acceptăm consecinţele t ale lui A: dacă A implică logic t, atunci este inconsistent să asertăm atît A, cît şi $-t$. Cu alte cuvinte, oricare ar fi valoarea de adevăr a lui A (care ar putea fi necunoscută), conjuncţia $A\& - t$ este logic falsă. Ca urmare, negaţia sa, adică $-(A\& - t)$, este logic adevărată. Acum se poate vedea uşor (atribuind valori de adevăr lui A şi t) că $-(A\& - t)$ este aceeaşi cu $A \rightarrow t$. Deci a spune că A implică logic t este acelaşi cu a spune că $A \rightarrow t$ este logic adevărat sau, de asemenea, că $A \rightarrow t$ este un *condiţional analitic* — nu numai un condiţional contingent, adică unul care ar putea să fie sau nu adevărat, depinzînd de corespondenţa lui A şi t cu faptele.

Alte trei enunţuri ale aceleiaşi idei (aşa-numita *teoremă a deducţiei*): (i) O condiţie necesară şi suficientă pentru ca o formulă A să implice logic t este ca condiţionalul „$A \rightarrow t$" să aparţină mulţimii L a formulelor logice sau a identităţilor logice. Pe scurt: $A \vdash t \Leftrightarrow (A \rightarrow t) \in L$. (ii) Extinderea la o mulţime de premise: o condiţie necesară şi suficientă pentru ca o mulţime de supoziţii $A = \{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$ să aibă consecinţa logică t este ca A să conţină o submulţime $A' = \{A_1, A_2, \ldots, A_k\}$ cu $k \leqslant n$, astfel ca $[(A_1, A_2, \ldots, A_k) \rightarrow t] \in L$. (iii) Aceeaşi, rescrisă cu ajutorul regulii de exportare: o condiţie necesară şi suficientă pentru ca o mulţime de supoziţii $A = \{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$ să aibă consecinţa logică t este ca A să conţină o submulţime $A' = \{A_1, A_2, \ldots, A_k\}$, cu $k \leqslant n$, astfel încît $[A_1 \rightarrow (A_2 \rightarrow (\ldots \rightarrow (A_k \rightarrow t)))] \in L$.

Din punct de vedere pur formal, *a demonstra* şi *a deduce* sînt acelaşi lucru: dacă deducem t din A cu ajutorul regulilor R, demonstrăm t în sistemul bazat pe A şi R.

Scanned with OKEN Scanner

(Să se noteze relativitatea demonstrației la sistem.) Dar, dacă A se întîmplă să fie baza unei teorii factuale, demonstrarea lui t pe baza tăriei lui A și R nu va demonstra că t este adevărat factual. Tot ceea ce se indică este că dacă A este (sau ar fi) adevărat și R este (sau ar fi), adoptat, atunci t decurge necesarmente (sau ar decurge necesarmente). Se va stabili validitatea *argumentului* care duce de la A la t via R, nu adevărul lui t însuși. Aceasta trebuie reținută în raport cu teoriile matematice ale științelor factuale, pentru a se evita considerarea demonstrației matematice a unui enunț factual drept verificarea lui empirică.

Pînă acum am împărțit formulele unei teorii axiomatice în supoziții inițiale (axiome) și consecințele lor logice (teoreme); și în mod tacit am așezat definițiile la un loc cu axiomele, deoarece ele sînt de asemenea puse, nu derivate. Totuși, nu toate axiomele unei teorii sînt la fel de importante și nu toate din teoremele ei sînt pe picior de egalitate. În multe teorii, o mică submulțime a supozițiilor inițiale, adesea o singură axiomă, poate fi considerată ca esențială sau *centrală*. Ca urmare, dacă axiomele periferice sînt modificate păstrîndu-se însă cele (cea) centrale(ă), nu tindem să vorbim despre teorii diferite — cum sînt realmente —, ci mai degrabă despre *formulări* sau *versiuni* diferite ale aceleiași teorii. Astfel, de exemplu, axioma centrală a teoriei elementare a probabilității este: „Dacă A și B sînt disjuncte, atunci probabilitatea sumei lui A cu B este egală cu suma probabilităților lui A și B" (vezi secțiunea 5). Axiomele care rămîn pot fi schimbate fără a afecta esențial teoria, deoarece funcția lor principală este de a fixa domeniul care este în întregime convențional. Asemănător, axioma centrală a mecanicii lui Newton este formula „Forța = = Masa × Accelerația".

Cît privește teoremele unei teorii, importanța lor relativă depinde de mulți factori. Există însă o dihotomie care se aplică universal, deoarece are o natură logică, și anume partiția consecințelor logice în teoreme generale sau *teoreme* pe scurt, și *instanțe* ale lor. O instanță a teoremei

„$s(t) = \frac{1}{2} gt^2$" este: „$s(10) = \frac{1}{2} \times 981 \cdot (10)^2$". O teoremă

are un număr nelimitat de instanţe. Acestea, mai degrabă decît teoremele, se pot referi la fapte singulare. (În parte, din această cauză instanţele teoremelor sînt numite uneori *fapte*. Dar aceasta este o interpretare greşită pentru orice filosofie cu excepţia idealismului obiectiv, întrucît suprimă diferenţa dintre idee şi referentul său.) Teoremele unei teorii factuale îndeplinesc o funcţie inferenţială, în afară de formarea unor punţi între axiomele de vîrf şi propoziţiile singulare apropiate de experienţă. De fapt, chiar într-o teorie axiomatizată supoziţiile iniţiale A sînt insuficiente pentru derivarea tuturor consecinţelor lor. Procedura uzuală este aceasta. Întîi se derivează consecinţele imediate sau corolarele axiomelor A; de exemplu, din axioma „$p \to p \vee q$", corolarul „$p \to p \vee p$" se obţine imediat. Apoi se derivează o teoremă importantă sau tare t_1, care este apoi folosită în conjuncţie cu A pentru derivarea altor consecinţe ş.a.m.d. Cu alte cuvinte, orice nouă teoremă se poate adăuga bazei A, care, astfel îmbogăţită, ne dă posibilitatea derivării altor consecinţe. De exemplu, odată ce am obţinut t_1, sîntem capabili să demonstrăm $t_1 \to t_2$ pe baza lui A şi t_1; în fine, prin *modus ponens* detaşăm t_2.

Să ne îndreptăm atenţia acum asupra teoriilor ca *întregi* adică ca mulţimi ordonate prin relaţia de consecinţă logică. Fiecare membru al unei teorii ştiinţifice este o funcţie propoziţională (cuantificată sau necuantificată) de un gen sau altul; deci orice teorie ştiinţifică este o *mulţime structurată de formule* care, indiferent de conţinutul lor, intră sub dominaţia unei ramuri a logicii, *calculul predicatelor* (cu identitate) sau, pe scurt, PC =. Expresia „cu identitate" înseamnă că PC este extins, incluzînd teoria simplă, dar importantă a identităţii, care specifică semnificaţia lui „ = ". Orice mulţime F de formule a calculului cu predicate, împreună cu relaţia de deducţie $\vdash$, constituie o *teorie*. În simboluri,

$$T = \langle F, \vdash \rangle.$$

Deducţia în cadrul lui F nu produce formule noi, adică nu produce formule din afara lui F. Cu alte cuvinte, mulţimea F de formule ale unei teorii este *închisă faţă de deducţie*. (Asemănător, mulţimea întregilor nenegativi

este închisă față de adunare, nu însă față de scădere, aceasta putînd produce întregi negativi.) Din punct de vedere logic deci, o teorie, științifică ori nu, se poate caracteriza prin următoarea *definiție*: O *teorie* este o mulțime de formule ale calculului cu predicate (cu identitate) închisă față de deducția în acest calcul. (Restricția obișnuit adăugată este ca acest calcul să fie de ordinul întîi, adică să aibă de a face numai cu proprietăți ale indivizilor. Nu vom face o asemenea restricție, deoarece în știință avem nevoie de funcții superioare, cum ar fi „este variabilă dinamică" și de cuantificarea predicatelor, de genul lui „pentru toate forțele".)

Definițiile de mai sus se aplică oricăror teorii, axiomatizate sau nu. Să distingem, în mulțimea F a formulelor unei teorii T, submulțimea A a supozițiilor inițiale sau axiomelor și să hotărîm ca nici o premisă în afară de acelea care constituie baza A să nu fie introdusă: adică să considerăm cazul special al teoriilor *axiomatice*. Mulțimea de axiome A, sau *baza* teoriei, este numerabilă și în mod obișnuit, dar nu totdeauna, finită. (Dacă baza unei teorii este o mulțime finită, adică dacă supozițiile sînt în număr finit, teoria se zice *finit axiomatizabilă*.) Să numim $Cn\,(A)$ mulțimea infinită a tuturor consecințelor logice sau teoremelor și a instanțelor acestora derivabile din A. Deoarece orice formulă se implică logic pe sine (adică relația $\vdash$ e reflexivă), $Cn\,(A)$ conține pe A. Cu alte cuvinte, $Cn\,(A)$ este mulțimea supozițiilor inițiale plus consecințele lor: în total, mulțimea axiomelor și a teoremelor. Pe scurt, $Cn\,(A)$ este mulțimea F de formule ale teoriei bazate pe A:

$$F = Cn\,(A).$$

(La rîndul său, $F = Cn\,(F)$, întrucît o teorie axiomatică conține toate consecințele ei cunoscute, adică este deductiv-închisă.) Putem, ca urmare, să adoptăm următoarea *definiție:* O *teorie axiomatică* cu baza A este mulțimea tuturor consecințelor logice ale lui A.

Cel mai simplu caz apare cînd nu se presupune nimic, adică cînd baza unei teorii este mulțimea vidă $\emptyset$. Dacă ne întrebăm: „ce decurge din nimic?", răspunsul corect, deși neintuitiv, este că logica (obișnuită) decurge din nimic. Adică nu există supoziții din care decurge logica; sau, de asemenea, nimic (logic) nu precedă logica; sau, încă,

Scanned with OKEN Scanner

logica se autoconţine (se demonstrează prin aceasta autonomia logicii (vezi secţiunea 5.9)). Pe scurt,

$$Cn(\emptyset) = L, \text{ sau } \emptyset \vdash L.$$

Duala acestei teoreme este: Orice decurge din premise logic false. Adică mulţimea U a tuturor formulelor decurge din orice mulţime-unitate $\{A\}$ astfel alcătuită încît negaţia lui A este logic adevărată:

$$\text{Dacă } -A \in L, \text{ atunci } Cn\ (A) = U.$$

Prima morală: Fereşte-te de formulele care pot explica orice, atît într-un domeniu dat, cît şi aiurea. O a doua morală: Nu întăriţi supoziţiile voastre cu orice preţ (vezi secţiunea 5.7 despre limitările tăriei logice).

Ce se poate deriva, în afara identităţilor logice (tautologiile), din mulţimea unitate $A = \{e\}$, constituită dintr-o propoziţie factuală simplă (atomară), cum ar fi un rezultat empiric? Evident, e însuşi; în plus, condiţionalul fără nici o folosinţă $h \rightarrow e$, unde h este un enunţ arbitrar, adică unul nedeterminat de e. Adică, elementele izolate de informaţie sînt deductiv sterile. Să luăm apoi o mulţime de N evidenţe empirice $\{e_i\}$ ca bază. Nimic în afara supoziţiilor înseşi, a conjuncţiilor şi a disjuncţiilor lor inocente şi a condiţionalelor indeterminate $h_i \rightarrow e_i$, nu vor fi derivabile. Putem continua să strîngem simple propoziţii de nivel inferior fără vreun folos: o mulţime de informaţii logic izolate, oricît de precise şi numeroase, nu este mai mult teorie decît un pumn de pălăvrăgeli. Consecinţe logice — deci demonstraţii — pot să rezulte dintr-o mulţime de supoziţii numai dacă acestea transced datele. Prin urmare, chiar o singură supoziţie iniţială — dacă este bogată (vezi secţiunea 2) — poate implica logic o infinitate de consecinţe logice. Pe scurt, *datele nu generează teorii.*

Cea mai simplă posibilă bază pregnantă A constă dintr-un condiţional şi antecedentul său sau negaţia consecventului. În aceste cazuri, consecinţele logice imediate sînt

$$A_1 = \{p, p \rightarrow q\} \vdash q \quad (Modus\ ponens)$$
$$A_2 = \{-q, p \rightarrow q\} \vdash -p \quad (Modus\ tollens).$$

Să formulăm acum două teoreme simple ale *calculului sistemelor axiomatizabile* (A. Tarski). Fie A_1 şi A_2 două baze axiomatice şi $F_1 = Cn\ (A_1)$, $F_2 = Cn\ (A_2)$, mulţimile

de formule corespunzătoare, adică sistemele deductive corespunzătoare. Atunci se pot demonstra următoarele teoreme:

Teorema 1. $F_1 \supset F_2$, adică $C_n(A_1) \supset Cn(A_2)$ dacă și numai dacă $A_2 \rightarrow A_1$.

În termeni algebrici: un filtru F_2 cu baza A_2 este *mai fin* decît un filtru F_1 cu baza A_1 dacă și numai dacă orice membru al lui A_1 decurge dintr-un element al lui A_2. În cuvinte: o condiție necesară și suficientă pentru ca o teorie să includă o altă teorie este ca baza axiomatică a primei teorii să implice baza axiomatică a celeilalte. A_2 se zice atunci că este *extensia* lui A_1 sau ceea ce e echivalent, F_1 o *subteorie* a lui F_2. De exemplu, mecanica unei singure mase punctuale este inclusă în mecanica unui sistem de mase punctuale în interacțiune, a cărei bază diferă esențial de baza primei teorii prin adjoncțiunea axiomei egalității acțiunii și reacțiunii.

Teorema 2. $F_1 = F_2$, adică $Cn(A_1) = Cn(A_2)$ dacă și numai dacă $A_1 \leftrightarrow A_2$.

În general: două baze de filtru sînt echivalente dacă și numai dacă ele generează același filtru. În cuvinte: o condiție necesară și suficientă pentru ca două teorii să fie echivalente este ca bazele lor axiomatice să fie echivalente. Această echivalență, să se noteze, este formală, nu semantică, adică A_1 și A_2 pot să nu aibă aceeași interpretare. De exemplu, mecanica ondulatorie și mecanica matriceală sînt matematic echivalente, dar sînt construite cu primitivi parțial diferiți; ca urmare, ele nu sînt semantic echivalente: semnificația lor fizică nu este aceeași.

Dată fiind baza A a unei teorii, mulțimea $F = Cn(A)$ a consecințelor logice ale lui A va fi complet determinată. Dar „determinat" nu înseamnă „dat": Concluziile $Cn(A)$ nu sînt *în mod separat* conținute în premisele A, ci trebuie *detașate* din ele cu ajutorul regulilor de inferență (de exemplu algoritmii de calcul) și al artificiilor *ad hoc*, cum ar fi adăugarea unor premise convenabile care nu sînt în nici un fel dictate de axiome, ci mai degrabă de scop (teorema de demonstrat). Adică o teorie nu este *dată* prin baza sa A, dar poate fi construită pas cu pas pe baza A și cu aju-

Scanned with OKEN Scanner

torul oricărui element care poate înlesni legal procesul inferenţial. Considerată din punct de vedere istoric deci, o teorie este o mulţime de formule în creştere: în orice moment dat, numai o parte finită a mulţimii totale F este cunoscută; complementul acestei mulţimi *actuale*, adică mulţimea formulelor potenţiale (derivabile dar încă nededuse), este determinat de baza A, dar nu este dat prin ea.

Studiind structura logică a teoriilor, luăm întreaga mulţime F a formulelor, adică reuniunea formulelor reale şi posibile ale unei teorii. Cînd cunoscutul şi necunoscutul, vechiul şi noul sînt asftel puse împreună, inferenţele deductive par a nu adăuga nimic nou la supoziţiile iniţiale: în această considerare, perfect legitimă, dar parţială, noutatea este exclusă *ab initio*, identificîndu-se „determinat prin A" cu „dat prin A". Lucrurile apar diferit cînd deducţia este considerată ca *proces* nu doar ca o relaţie logică, adică atunci cînd punctele de vedere epistemologic şi istoric sînt substituite pentru cel logic. În acest caz, noutatea introdusă de deducţiile netriviale este la fel de incontestabilă ca şi în cazul cînd hidrogenul şi oxigenul, constituenţii apei, sînt detaşaţi din ea prin electroliză. Şi noutatea creşte şi mai mult cînd se evaluează consecinţele logice, nu doar pe baza tăriei premiselor şi a regulilor de inferenţă, ci în lumina datelor empirice: se adaugă atunci metaenunţurile privind valoarea de adevăr empirică a concluziilor, care în mod obişnuit diferă de metaenunţurile privind valoarea de adevăr a aceloraşi formule pe baza tăriei premiselor. Pe scurt, testul empiric al premiselor (un element de cunoaştere originală) oferă cunoaştere originală în plus. E inutil să spunem, concepţia logică asupra deducţiei ca o relaţie atemporală (implicaţia logică) este diferită dar compatibilă cu concepţia epistemologică asupra deducţiei ca metodă a creşterii cunoaşterii.

4. TEORIA ABSTRACTĂ ŞI INTERPRETAREA

O mulţime de simboluri se numeşte *semantic abstractă* dacă şi numai dacă nici unul dintre ele nu este interpretat sau nu are semnificaţie, *semiabstractă* dacă unele, dar nu toate simbolurile, sînt interpretate, şi *interpretată* dacă

toate simbolurile sînt interpretate. Conceptul semantic, nu epistemologic de abstracţie este aici în cauză: nu mai avem de-a face cu simboluri al căror referent este îndepărtat de experienţa comună — de exemplu „presiunea osmotică". Simbolurile semantic abstracte sînt semne nondenotative, cum este simbolul operaţional nespecificat „$\circ$" în algebra abstractă, care nu are o semnificaţie fixată şi care poate de aceea să fie *a posteriori* interpretat într-un număr de moduri. Simbolurile semantic abstracte sînt de asemenea şi epistemologic abstracte, dar conversa nu este adevărată. Astfel, conceptele teoretice de cel mai înalt nivel ale fizicii sînt epistemologic abstracte, dar ele nu sînt lipsite de semnificaţie: ele au cel puţin o interpretare specifică matematică (în mod uzual ca variabile numerice) şi multe dintre ele semnifică proprietăţi fizice. De exemplu, chiar dacă nu li se atribuie o semnificaţie fizică potenţialelor din teoriile cîmpului, adică chiar cînd ele nu se referă la proprietăţi fizice obiective, ci sînt consideraţi numai auxiliari matematici, ei sînt consideraţi ca funcţii reale, astfel lor li se ataşează o semnificaţie matematică.

O *teorie abstractă* este un sistem deductiv de scheme (funcţii propoziţionale) în care apar numai simboluri neinterpretate (abstracte), cum sînt clasa de referinţă U de elemente nespecificate $x, y \ldots$ şi operaţia binară $\circ$ într-o algebră $A = <U, \circ>$. Supoziţiile iniţiale sau axiomele unei teorii abstracte pot să nu conţină variabile individuale libere; formulele universale şi existenţiale vor fi calificate ca membri ai unei asemenea teorii în măsura în care natura variabilelor individuale şi semnificaţia predicatelor rămîn nespecificate.

Astfel, de exemplu, o formulă ca: *Oricare ar fi* x *şi oricare ar fi* y, *dacă* x *şi* y *sînt în* U, *atunci* $x \circ y = y \circ x$ va fi tratată ca o funcţie propoziţională sau schemă cu condiţia ca U şi $\circ$ să nu fie interpretate. Conform cu aceasta, supoziţiile iniţiale nedemonstrate ale unei teorii abstracte nu sînt nici adevărate, nici false, nici, de asemenea, evidente. Ele sînt doar condiţii formale la care sînt supuse simbolurile primitive (U şi $\circ$ în exemplul de sus). Altfel spus, simbolurile primitive (nedefinite) ale unei teorii abstracte nu sînt interpretate, ci abstracte: ele sînt simboluri non-denotative, de aceea s-ar putea spune că ele de

Scanned with OKEN Scanner

fapt nu sînt concepte, ci numai simboluri. Ca urmare, teoriile abstracte sînt fără semnificaţie.

Prezentînd o teorie abstractă, noi menţionăm în mod curent cum se pot citi primitivele ei. Astfel, expunînd o teorie algebrică conţinînd simbolurile de operaţie altfel nespecificate „⊕" şi „⊗", putem remarca că, în anumite intepretări ale teoriei, prima va însemna functorul de adunare aritmetică şi ultimul functorul produsului aritmetic. Dar acestea vor fi considerate ca remarci sau comentarii extrasistematice sau extrateoretice, avînd scopuri exclusiv psihologice ori didactice, cum ar fi facilitarea înţelegerii şi captarea interesului.

Teoriile abstracte sînt caracteristice logicii şi matematicii moderne. Dar ele apar de asemenea în etapele iniţiale ale reconstrucţiei logice (formalizarea) teoriilor factuale, cum ar fi mecanica sau genetica. Există cel puţin două raţiuni pentru aprecierea teoriilor abstracte. O raţiune este aceea că orice teorie abstractă conţine în germene un număr nelimitat de teorii sau modele interpretate: teoriile abstracte sînt *generice*, deoarece nu sînt angajate (uncommited). Altfel spus, o singură teorie abstractă poate fi subiacentă unui număr de teorii specifice (interpretate); şi odată ce acest fapt s-a descoperit, derivările formale pot fi făcute o singură dată pentru întregul set de teorii interpretate avînd acelaşi schelet. Aceasta nu are doar avantajul economiei, ci şi virtutea rigorii: de fapt, dacă o derivare este pur formală, dacă nu apar în ea elemente intuitive, atunci riscul erorii este mult diminuat; pe de altă parte, derivările pur formale pot fi mai dificile de înfăptuit — acesta fiind inconvenientul lor practic. O a doua raţiune pentru aprecierea teoriilor abstracte are un caracter metaştiinţific, şi anume faptul că *structura unei teorii ştiinţifice*, formală sau nu, este tocmai o teorie abstractă: tot restul este interpretare şi aplicare. Prin urmare, logica teoriilor ştiinţifice este, strict vorbind, studiul teoriilor abstracte subiacente; dealtfel, întrucît teoriile constituie nucleul ştiinţei contemporane, structura ştiinţei este în primul rînd un obiect al logicii şi matematicii, incluzînd metadisciplinele respective.

În această secţiune şi în cea care urmează vom schiţa nucleul a două teorii abstracte elementare care pot fi

utilizate ca instrumente în analiza ştiinţei: anume teoria ordinii parţiale şi teoria probabilităţii. Ele nu sînt numai *formale*, în sensul de independente logic de experienţă, ci şi semantic abstracte, în sensul că sînt neinterpretate, deci susceptibile de un număr nelimitat de interpretări.

Redusă la esenţa sa, teoria *ordinii parţiale* este o mulţime de formule care leagă două mulţimi de simboluri primitive: o mulţime nevidă U de element x, y, z ..., cu o natură nespecificată şi un simbol relaţional binar, „$\leqq$", care poate fi citit „precedă". Putem, prin urmare, să simbolizăm teoria ordinii parţiale P ca un sistem relaţional $P = <U, \leqq>$. Axiomele teoriei, adică condiţiile la care supunem simbolurile primitive, sînt următoarele:

P_1. Pentru orice x din U, $x \leqq x$ (Reflexivitatea) (11)

P_2. Pentru orice x şi y din U, $x \leqq y \& y \leqq x \rightarrow x = y$ (Antisimetria) (12)

P_3. Pentru orice x, y, şi z în U, $x \leqq y \,\&\, y \leqq z \rightarrow x \leqq z$ (Tranzitivitatea) (13)

Iată cîteva mulţimi parţial ordonate:

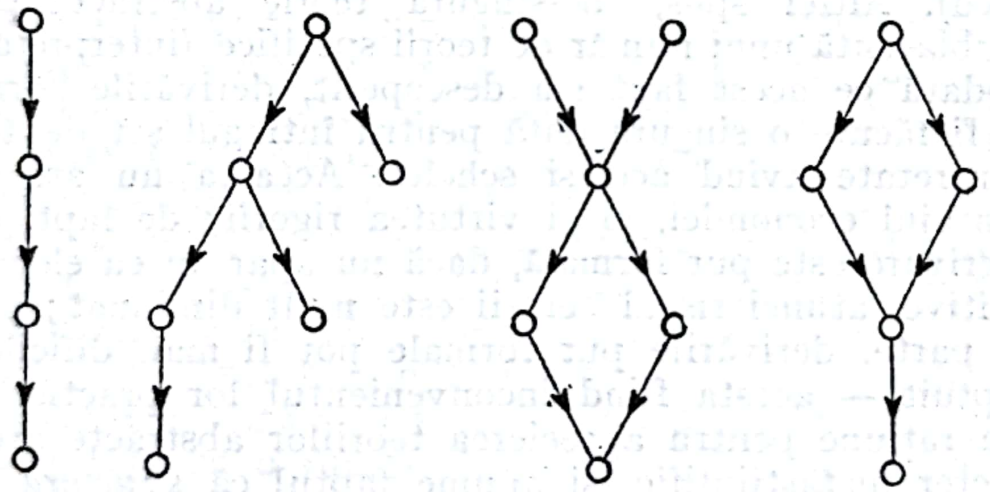


Fig. 6. — Mulţimi parţial ordonate. Fiecare membru al mulţimii este reprezentat de un cerc mic; fiecare linie reprezintă relaţia $\leqq$. Prima diagramă de la stînga este un lanţ, adică ea reprezintă o mulţime în care are loc relaţia $<$. Prima şi ultima mulţime sînt mai mult decît mulţimi parţial ordonate: ele sînt latice, deoarece pentru orice pereche de elemente există atît o margine maximă inferioară cît şi una minimă superioară.

Vom simplifica simbolizarea adoptînd următoarea *Convenţie* de notaţie: „$(x)_U$" stă pentru „Pentru orice x din U". Cu această abreviere, baza teoriei abstracte a mulţimi-

Scanned with OKEN Scanner

lor ordonate este următoarea listă de simboluri fără semnificaţie.

Primitivi (baza predicativă).

1. *Primitivi logici:* toţi primitivii logicii elementare şi ai teoriei mulţimilor.
2. *Primitivi extralogici (specifici):* mulţimea abstractă U şi relaţia binară $\leqq$

Axiome (supoziţii iniţiale).

P_1. $(x)_U\ (x \leqq x)$ (Reflexivitatea) (11′)

P_2. $(x)_U\ (y)_U\ [x \leqq y\ \&\ y \leqq x \rightarrow x = y]$ (Antisimetria) (12′)

P_3. $(x)_U\ (y)_U\ (z)_U\ [x \leqq y\ \&\ y \leqq z \rightarrow x \leqq z$ (Tranzitivitatea) (13′)

Definiţia 1: O mulţime U se numeşte *parţial ordonată* dacă şi numai dacă sînt satisfăcute axiomele de mai sus. (Ordinea *totală* se obţine adăugînd condiţia ca relaţia $\leqq$ să aibă loc între *orice* două elemente ale mulţimii: $(x)_U\ (y)_U\ (x \leqq y \vee y \leqq x)$. În acest caz, ordinea este *lineară*, adică mulţimea este un lanţ.)

Din schemele de mai sus se pot deriva puţine teoreme, cum ar fi de exemplu:

T_1 $(x)_U\ (y)_U\ (z)_U\ [x \leqq z \leqq y\ \&\ x = y \rightarrow x = y = z)$.

Dezvoltarea ulterioară a teoriei cere introducerea unor concepte noi. Deoarece într-o teorie axiomatică nu pot fi introduse concepte noi care nu se află printre cele primitive, construcţia conceptelor trebuie efectuată prin definiţii în termenii primitivilor. De exemplu, putem introduce relaţia mai tare $<$ de precedenţă strictă (generînd o ordine parţială *strictă*) prin următoarea

Definiţia 2:

$$(x)_U\ (y)_U\ [x < y =_{df} x \leqq y\ \&\ x \neq y]. \qquad (14)$$

Aceasta ne dă posibilitatea să formulăm, de exemplu:

T_2. $(x)_U - (x < x)$

şi

T_3. $(x)_U\ (y)_U\ (z)_U\ [x < y\ \&\ y < z \rightarrow x < z]$.

Alte consecinţe interesante se obţin prin introducerea conceptelor de succesor imediat, primul şi ultimul element,

marginea maximă inferioară, marginea minimă superioară ş.a.m.d. În acest fel — lărgind baza de predicate — se construiesc teorii abstracte noi, mai bogate, cum ar fi teoria laticelor sau a filtrelor. Teoria ordinii parţiale este conţinută în toate acestea — sau, cum se zice de obicei, toate aceste teorii *se bazează* pe teoria ordinii parţiale.

Astfel teoria abstractă schiţată mai sus poate fi interpretată într-un număr nelimitat de căi. Cu alte cuvinte, există un număr nelimitat de relaţii de precedare de natură diferită, dar cu aceeaşi structură logică. Sau, infinit de multe interpretări ale teoriei ordinii parţiale *satisfac* axiomele ei ; oricare dintre ele se numeşte *model* sau *reprezentare* a teoriei abstracte. Fiecare model al teoriei noastre va fi caracterizat de o pereche de *supoziţii interpretative:* una pentru primitivul U, alta pentru primitivul $\leqq$. O supoziţie interpretativă pentru un simbol s este un enunţ de forma „$I_{(s)} = m$", unde „m" stă pentru o succesiune ordonată de semne cu semnificaţie. Cîteva modele ale teoriei noastre abstracte P sînt generate prin adăugarea următoarelor supoziţii interpretative.

1. *Interpretarea în teoria mulţimilor:* incluziune între mulţimi.
   $I(U)$ = mulţime de submulţimi.
   $I(\leqq) = \supseteq$ (incluziune improprie).
2. *Interpretarea logică 1*: implicaţie.
   $I(U)$ = mulţime de enunţuri,
   $I(\leqq) = \rightarrow$ (implicaţie).
3. *Interpretarea logică 2*: deducţie.
   $I(U)$ = mulţime de enunţuri.
   $I(\leqq) = \vdash$ (consecinţă logică).
4. *Interpretarea aritmetică:* divizibilitate.
   $I(U)$ = mulţimea întregilor.
   $I(\leqq)$ = divide (e.g. „$3 \leqq 9$" se citeşte „3 divide pe 9".
5. *Interpretarea geometrică:* aliniere
   $I(U)$ = puncte pe o linie
   $I(\leqq)$ = la stînga sau coincident cu.
6. *Interpretarea fizică:* ordine termică.
   $I(U)$ = mulţime de corpuri.
   $I(\leqq)$ = mai puţin cald sau la fel de cald ca.

Scanned with OKEN Scanner

7. *Interpretare politică:* putere.
   $I(U)$ = mulţimea organizaţiilor umane.
   $I(\leqq)$ = a avea putere asupra.
8. *Model în teoria valorilor:* apreciere.
   $I(U)$ = toate obiectele imaginabile.
   $I(\leqq)$ = mai puţin sau la fel de valoros ca.

Să dăm acum o caracterizare generală a conceptului de *interpretare* a unei teorii abstracte. Fie U universul de discurs al unei teorii T, şi P_1, P_2, ... P_n predicatele primitive ale teoriei, fiecare dintre ele aplicîndu-se membrilor mulţimii de referinţă U. Fie, în continuare, $I(U)$ o interpretare a lui U; şi $I(P_1)$, $I(P_2)$ ... $I(P_n)$, interpretări ale primitivelor — nu arbitrare, ci acceptabile. Pentru ca o interpretare a primitivilor să fie *acceptabilă* în ştiinţa factuală, ea trebuie să satisfacă următoarele condiţii. Prima, interpretarea să nu fie *ad-hoc*, adică inventată, să zicem, pentru a demonstra consistenţa teoriei abstracte date, dar altfel izolată de restul ştiinţei: teoriile ştiinţifice nu sînt exerciţii de semantică (interpretările *ad-hoc* sînt, pe de altă parte, utile metateoriei (vezi secţiunea 6). A doua, simbolurile interpretate, trebuie să satisfacă axiomele teoriei: adică relaţiile formale satisfăcute de primitivi trebuie să aibă loc, de asemenea, şi pentru interpretările lor. Astfel, dacă A şi B sînt mulţimi nespecificate („nedefinite") şi teoria abstractă stipulează că $A \supseteq B$, atunci $I(A) \supseteq I(B)$, trebuie de asemenea, să aibă loc. În cazul teoriilor factuale, nu vom cere ca axiomele interpretate să fie complet adevărate, ci numai verosimile. Orice mulţime $I(U)$, $I(P_1)$, ... $I(P_n)$, care satisface condiţiile de mai sus, este o interpretare a teoriei abstracte considerate: este *un cod* (nu *codul*) pentru descifrarea formalismului.

O interpretare adevărată a unei teorii abstracte va fi numită un *model conceptual* al ei numai în cazul cînd simbolurile primitive sînt puse în corespondenţă cu concepte care există într-un anumit context teoretic, dar care nu au referinţă reală. Altfel spus, un model conceptual este o interpretare a teoriei abstracte date în termenii conceptelor aparţinînd unei teorii nonabstracte. De exemplu, teoria ordinii parţiale stricte, aparţinînd algebrei abstracte poate fi interpretată, în aritmetică, ca o teorie a relaţiei „mai

Scanned with OKEN Scanner

mic ca" între numere. Toate interpretările 1—5 de mai sus produc modele conceptuale ale aceluiaşi sistem sintactic; şi formalismul matematic al unei teorii fizice este un model conceptual sau ideal al teoriei abstracte subiacente. Teoria modelelor, o ramură a metamatematicii născută în 1950, se ocupă cu modelele conceptuale.

Să considerăm acum o teorie care este sau abstractă (neinterpretată), sau un model conceptual al unei teorii abstracte, pe scurt o teorie ai cărei primitivi ori nu au în general referinţă sau nu au una extraconceptuală. Să admitem că primitivilor unei asemenea teorii li s-a atribuit o semnificaţie factuală şi/sau o semnificaţie empirică (vezi secţiunea 3.5). Cu alte cuvinte, să admitem că o mulţime de supoziţii interpretative este adăugată teoriei date, în virtutea căror supoziţii orice primitiv devine un predicat neformal — de exemplu, un concept stînd pentru o una sau alta dintre proprietăţile fizice. O asemenea mulţime de supoziţii interpretative poate fi o mixtură asortată de reguli de designare, postulate de interpretare şi referiţii (referitions) (vezi secţiunea 3.6). Primitivii nu vor fi prin aceasta *definiţi* — fie şi numai operaţional. Ei vor fi *interpretaţi* dacă erau la început abstracţi; şi ei vor obţine o semnificaţie *suplimentară*, una neformală chiar dacă neempirică, dacă ei aparţin unui model conceptual, ca atunci cînd valoarea numerică *m* în mecanică este interpretată ca valoarea masei unui sistem.

Cînd o asemenea interpretare neformală este conferită primitivilor unui formalism vom spune că s-a produs un *model factual* al acestuia. Astfel, interpretările 6—8 de mai sus generează trei modele factuale diferite ale teoriei abstracte a ordinii parţiale. Din nou, orice teorie fizică poate fi considerată ca o interpretare factuală a formalismului ei matematic. Astfel, diferitele interpretări fizice ale scheletului sau formalismului matematic al mecanicii cuantice sînt tot atîtea modele factuale ale lui. Foarte adesea, interpretarea nu este formulată explicit: se admite că cititorul realizează care este *interpretarea intenţionată* a formalismului, adică cum trebuie „citite", în ultimă instanţă, simbolurile lui sau care este aplicarea interesantă (modelul) pe care teoreticianul abstract o are în minte. Dar această intenţie poate fi neevidentă sau prea ambiguă,

Scanned with OKEN Scanner

în care caz ne putem îndoi dacă teoria are în general un conţinut sau cel puţin o singură interpretare intenţionată. Fizicianul orientat critic se va plînge că teoria respectivă este fizic fără semnificaţie sau că nu are conţinut fizic — şi va cere, necritic, să i se anexeze o mulţime de „definiţii operaţionale" ale primitivilor —, ceea ce este logic imposibil (vezi secţiunea 3.6).

Dealtfel, ne putem îndoi de faptul că, singură, adăugarea supoziţiilor interpretative va da formalismului, exceptînd cazurile triviale, o semnificaţie neambiguă. Ceea ce efectuează supoziţiile interpretative este conturarea *modelelor* posibile ale unui formalism. Dar, întrucît conceptele extralogice sînt în mod obişnuit vagi (vezi secţiunea 3.1), un model factual poate fi înconjurat de o anumită ceaţă. Cu alte cuvinte, regulile de interpretare pot mai degrabă să sugereze decît să fixeze exhaustiv semnificaţia primitivilor extralogici: ele doar schiţează profilul semantic al unei teorii. Chiar un sistem semantic, cum ar fi teoria electromagnetică a lui MAXWELL, poate să nu fie interpretabil într-o manieră exactă şi unică. Semnificaţiile nu sînt de la început desăvîrşite, ele cresc şi evoluează. În particular, interpretarea unei teorii ştiinţifice se maturizează în cursul dezvoltării deductive, al aplicării şi examinării ei critice. Aceasta se aplică sensurilor semantice ale „semnificaţiei" (vezi secţiunile 2.3 şi 3.6) şi, *a fortiori*, sensului ei psihologic — şi anume „înţelegerii". Existenţa indeterminării semantice — un semn al imaturităţii teoriei — explică unele controverse asupra interpretărilor teoriilor tinere şi indică faptul că cercetările şi controversele fundaţionale, departe de a fi un lux, trebuie încurajate în interesul maturizării ştiinţei. Dar destul cu propaganda: să rezumăm discuţia noastră asupra genurilor modelelor.

În plus faţă de cazurile mai sus menţionate de modele conceptuale şi factuale găsim în ştiinţa factuală *modele mixte* sau teorii semiinterpretate. Acestea sînt teorii în care unele predicate ale lor reprezintă proprietăţi reale (sau presupuse reale), pe cînd restul predicatelor nu a primit o interpretare factuală sau empirică. Aceste variabile care nu se referă la lucruri, proprietăţi sau relaţii extralingvistice primesc o interpretare matematică (sau una conceptuală). Multe teorii factuale de nivel înalt conţin

Scanned with OKEN Scanner

asemenea variabile care îndeplinesc un rol pur matematic. Astfel entropia nu este totdeauna considerată în termodinamica clasică ca o proprietate fizică, ci mai degrabă ca o variabilă intermediară *(intervening variabile)* cu o funcţie pur sintactică ; acelaşi lucru se întîmplă cu potenţialii în teoria electromagnetică şi cu funcţiile de undă în interpretarea obişnuită a mecanicii cuantice : nici unui asemenea primitiv nu i se atribuie o semnificaţie fizică directă. Aceste teorii sînt, ca urmare, modele mixte pentru teoriile abstracte subiacente. Dar ar fi greşit să le considerăm ca sisteme sintactice, adică teorii abstracte : universurile lor de discurs sînt mulţimi de sisteme fizice, iar primitivii lor au cel puţin o semnificaţie matematică.

O mulţime mică, dar în rapidă creştere de teorii factuale e formată din *modele mixte* caracterizate prin predominarea determinată a variabilelor interpretate conceptual asupra primitivilor factual interpretaţi. Printre asemenea sisteme semiinterpretate recunoaştem : (i) teoria informaţiei, care poate fi aplicată sistemelor deschise de orice gen, de la radari la organisme ; (ii) teoria fundamentală a servomecanismelor, care este aceeaşi pentru mecanismele electrice sau pentru cele de control mecanic automat ; (iii) teoria reţelelor, care poate fi aplicată circuitelor electrice, ca şi sistemelor mecanice vibratorii. Toate cele trei teorii pot fi, la rîndul lor, subsumate unei teorii generale de tipul cutiei negre *(black box theory)*, în care este ipotetizată şi elaborată relaţia cea mai generală între o funcţie de intrare $I(t)$ şi o funcţie de ieşire $O(t)$. Într-o asemenea teorie, t este singurul primitiv factual interpretat : de fapt, el se referă la timp. Intrarea I şi ieşirea O sînt simboluri neangajate, interpretate doar ca variabile numerice (interpretare conceptuală), dar fără semnificaţie factuală stabilită. Interpretarea incompletă care caracterizează modelele mixte este o sursă a generalităţii lor — ca şi, dealtfel, a testabilităţii lor reduse. Şi faptul că ele pot fi interpretate (aplicate) în atîtea moduri diferite arată că formulele legice care aparţin unor cîmpuri diferite pot fi formal identice.

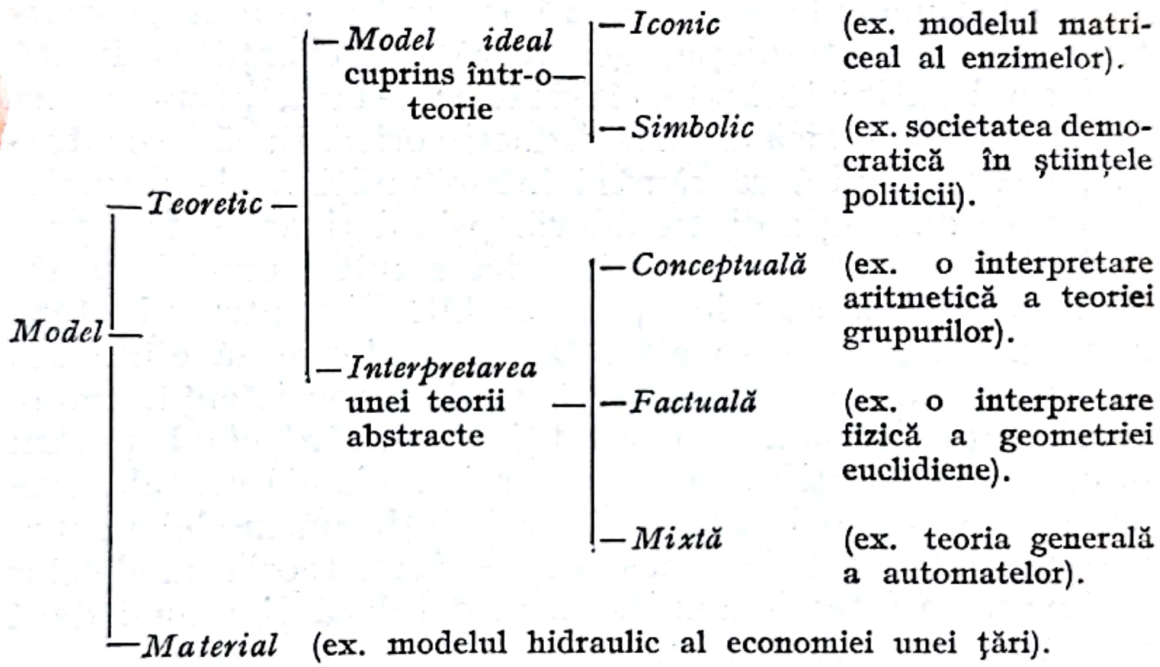
Pînă acum am avut de-a face cu *modele teoretice*. Toate asemenea modele sînt creaţii mintale, indiferent de rigurozitatea cu care ele reprezintă obiecte reale. Un sistem real, la rîndul său, poate fi privit ca un *model material* al unei

teorii. Astfel, un sistem de întrerupătoare electrice poate fi considerat ca un model material sau analog fizic al calculului propoziţional şi poate ca urmare să fie folosit ca un ajutor în deducţie.

Varietatea sensurilor cuvîntului „model" poate dezorienta atîta timp cît noi nu avem grijă să specificăm ce sens avem în gînd. Tabelul 1 de mai jos rezumă sensurile principale pe care le-am discutat.

Tabelul 1

UNELE SENSURI ALE „MODELULUI"



Înainte de a merge mai departe, ar fi convenabil să ne familiarizăm mai mult cu teoriile abstracte şi cu interpretările lor.

5. DEZIDERATELE FORMALE

Vom încheia acest capitol examinînd exigenţele formale cărora trebuie să le corespundă o teorie perfectă : consistenţa formală (atît internă cît şi externă), independenţa primitivilor şi independenţa axiomelor. Vom prezenta şi aprecia aceste deziderate.

Consistența formală internă este dezideratul cel mai remarcabil. O mulțime de formule se zice *formal consistentă* dacă și numai dacă ea nu conține contradicții. Echivalent: o mulțime de formule este formal inconsistentă dacă și numai dacă ea conține atît o formulă cît și contradictoria sa și, ca urmare, conjuncția lor, adică o self-contradicție. De exemplu, mulțimea de formule $x + y = z$, $x - y = z$, $y > 0$ este inconsistentă deoarece, scăzînd din prima pe a doua, obținem $y = 0$, ceea ce contrazice pe cea de-a treia. Consistența se poate realiza în acest caz abandonînd a treia formulă. În mod obișnuit, obținerea consistenței cere un efort mai mare; unii oameni n-o obțin niciodată.

De ce tindem la consistența formală? Deoarece inconsistența, adică contradicția, generează o secvență nesfîrșită de formule, atît adevărate, cît și false: de fapt, prin teorema 7.4, o falsitate logică implică deductiv orice. Dacă o contradicție este admisă să rămînă într-o mulțime de formule, atunci (i) distincția dintre adevăr prin derivare și fals prin derivare se estompează, și (ii) orice rezultat empiric poate fi făcut să apară ca evidență favorabilă fie pentru o ipoteză a mulțimii, fie pentru alta. Deoarece dorim să eliminăm asemenea manevre ușoare permise de inconsistență, cerem consistența formală ca o condiție logică *absolută* pentru orice teorie științifică. O altă rațiune fundamentală este aceea de a fi capabili să găsim cel puțin un model pentru fiecare dintre teoriile noastre: de fapt, teoria modelelor ne învață că o teorie admite un model dacă și numai dacă ea este formal consistentă.

În plus față de consistența internă cerem sau cel puțin tindem spre *consistența externă*, adică consistența oricărei teorii factuale cu oricare altă teorie (necompetitivă) din același cîmp sau din cîmpuri adiacente. Avem nevoie de consistență externă din următoarele rațiuni: întîi, explicația și predicția oricărui fapt real necesită cooperarea unui număr de teorii, una cel puțin pentru fiecare aspect al faptului; să ne gîndim la numărul de teorii cuprins în predicția orbitei unui satelit artificial. Dacă asemenea teorii n-ar fi reciproc consistente, orice s-ar putea deriva din conjuncția supozițiilor lor inițiale și, ca urmare, „explicațiile" vor fi mult prea conciliatoare, iar „predicțiile" nu vor avea valoare de test, întrucît pentru orice previzi-

Scanned with OKEN Scanner

une i-am putea calcula negația sa. În al doilea rînd, consistența externă este tratată ca un test al adevărului. Astfel, o teorie chimică inconsistentă ca fizica sau o teorie sociologică inconsistentă ca biologia vor trebui respinse fără a mai avea nevoie de testele empirice. Pe scurt, *consistența generală* a științei este dezirabilă: ea este necesară pentru sistematizarea faptelor reale, care sînt complexe, și ea face posibil controlul mutual al părților ei diferite.

Cum putem recunoaște inconsistența? În cazurile simple, semnul consistenței este tocmai adevărul supozițiilor separate ale sistemului. Ce se întîmplă însă cu sistemul abstract (neinterpretat) sau cu o mulțime de ipoteze de nivel înalt care nu pot fi imediat recunoscute ca adevărate — cum este cazul sistemelor științifice? Baza axiomatică poate fi atît de complexă, încît o contradicție se poate ascunde în ea; putem deriva un număr de teoreme reciproc consistente și chiar adevărate înainte de a produce o pereche de propoziții mutual contradictorii.

Definiția consistenței nu ne este de ajutor în acest caz, care este cazul aproape al oricărei teorii științifice. În plus față de definiție, ne trebuie un *criteriu* al consistenței și, dacă este posibil, o procedură de decizie, adică o regulă care se poate aplica „mecanic" pentru a produce o decizie neambiguă, adică un răspuns *da* sau *nu* pentru fiecare întrebare de forma: este T consistentă?

Un criteriu de consistență simplu pentru mulțimi de propoziții este criteriul lui BERNAYS, care conține o interpretare aritmetică a calculului propozițional. *Criteriul de decizie* al lui BERNAYS lucrează astfel: întîi, scriem toate axiomele teoriei date numai cu ajutorul negației și al disjuncției; în al doilea rînd, atribuim alternativ valorile 0 și 1 fiecărei propoziții componente, cu convențiile „$-0 = 1$", „$-1 = 0$" și „$0 \cdot 1 = 1 \cdot 0 = 0$"; în al treilea rînd, se tratează orice disjuncție ca un produs aritmetic și se evaluează ca urmare valoarea totală a fiecărei axiome (de exemplu valoarea lui „$p \vee -p$" este $1 \cdot (-1) = 1 \cdot 0 = 0$; în al patrulea rînd, se declară sistemul consistent dacă și numai dacă tuturor axiomelor lui li s-a atribuit același număr, altfel este inconsistent. Să luăm ca exemplu mulțimea de formule $A = \{p, -q, p \rightarrow q\}$. A treia supoziție este clar inconsistentă cu asertarea împreună a primelor

două formule, deoarece a aserta $p \to q$ revine la a aserta că este fals ca p să fie adevărat şi q fals ; dealtfel, din prima şi a treia derivăm (prin *modus ponens*) q, care este contradictoria celei de-a doua premise. Regula lui BERNAYS dă

A_1	p	1	0
A_2	$-q$	1	0
A_3	$-p \vee q$	$0 \cdot 0 = 0$	$1 \cdot 1 = 1$,

adică inconsistent.

De notat că subteoria cu baza alcătuită din A_1 şi A_2 este consistentă, astfel încît aceste axiome pot fi salvgardate dacă ele sînt meritorii ; dacă, pe de altă parte, A_3 este mai bine confirmată decît A_1 sau A_2, o vom reţine pe ea. Aceasta înseamnă că cerinţa consistenţei nu ne forţează să renunţăm la o teorie întreagă : ar fi mai nimerit să încercăm să *eliminăm inconsistenţele* într-o teorie care conţine supoziţii care ne-au adus servicii deosebite. Aceasta cere însemnarea şi scoaterea supoziţiei responsabile pentru inconsistenţă. O teorie parţial consistentă, dar şi parţial adevărată şi fructuoasă este mai valoroasă decît o teorie complet consistentă, dar fără sens sau falsă sau numai superficială. Aceasta nu înseamnă a spune că ne putem dispensa de consistenţă, ci că ea este un deziderat care, ca orice alt deziderat, poate să nu fie iniţial satisfăcut.

Procedura de decizie expusă mai sus poate fi aplicată numai dacă o valoare de adevăr se poate atribui oricărei axiome luate separat. Această condiţie nu se îndeplineşte fie dacă axiomele teoriei sînt funcţii propoziţionale, fie dacă adevărul lor nu a fost testat. În asemenea cazuri se atribuie primitivilor unei teorii o interpretare *ad-hoc* şi se testează adevărul modelului ce rezultă. Dacă axiomele interpretate sînt recunoscute cumva ca adevărate, teoria abstractă însăşi este declarată consistentă. Cînd primitivilor li se pot atribui semnificaţii aritmetice, sarcina e uşoară — o dată ce au fost date reguli de interpretare adecvate. Pe scurt, o teorie abstractă este declarată consistentă dacă şi numai dacă ea este *realizabilă*, adică există cel puţin o interpretare adevărată a primitivilor ei. Fundamentul acestei reguli este intuitiv: formulele unei mulţimi pot fi toate adevărate deodată numai dacă ele nu se contrazic

reciproc. Altfel spus, nici o mulțime inconsistentă de formule nu are un model; sau o condiție suficientă pentru ca o teorie să fie consistentă este ca ea să aibă un model. Rațiunea: prin definiția „modelului", orice formulă din mulțimea originală trebuie să fie satisfăcută în modelele ei, o condiție care nu poate fi satisfăcută de o contradicție.

Ca un exemplu să verificăm dacă axiomele teoriei grupului din Problema 1.4.2. sînt reciproc consistente. Le vom rescrie aici pentru comoditate.

$$G_1.\ (x)_U\ (y)_U\ (z)_U\ [x \circ (y \circ z) = (x \circ y) \circ z].$$
$$G_2.\ (x)_U\ (x \circ e = x).$$
$$G_3.\ (x)_U\ (x \circ x^{-1} = e).$$

Variabilele individuale x, y, z parcurg mulțimea U; constanta e, operatorul 1-ar, $^{-1}$ și operatorul binar $\circ$ sînt primitivii nespecificați. Nimic nu se spune despre aceste simboluri în afară de modul în care se combină unul cu altul; ca urmare, G_1—G_3 sînt funcții propoziționale. Să construim două modele ale acestei teorii abstracte:

Modelul 1 (adunarea aritmetică)

$I(U)$ = mulțimea întregilor
$I(e) = 0$
$I(\circ) = +$
$I(x^{-1}) = -x$

Modelul 2 (înmulțirea aritmetică)

$I(U)$ = mulțimea întregilor
$I(e) = 1$
$I(\circ) = \circ$
$I(x^{-1}) = 1/x$

Cu aceste interpretări, G_1 devine legea asociativității pentru suma întregilor (Modelul 1) sau pentru produsul întregilor (Modelul 2); G_2 devine o caracterizare parțială a numărului zero (Modelul 1) sau a unității (Modelul 2); și G_3 devine o definiție implicită a scăderii (Modelul 1) sau a împărțirii (Modelul 2). Aceasta completează demonstrația consistenței mulțimii de axiome G_1—G_3.

O a treia proprietate formală pe care teoriile axiomatice este de dorit s-o posede este *independența primitivă*, adică primitivii teoriei trebuie să fie reciproc independenți. O mulțime de concepte se spune că este *independentă într-o teorie* dată dacă și numai dacă nici unul dintre ele nu este definibil pe baza celorlați, deși unii sau toți pot fi definiți în teorii alternative. Un *test* al independenței primitive

este următorul (A. Padoa). Presupunem că oricărui primitiv al unei teorii i s-a atribuit o semnificaţie. Reinterpretăm primitivul de testat şi controlăm dacă axiomele sînt încă satisfăcute după această reinterpretare parţială; dacă da, simbolul reinterpretat este independent de ceilalţi primitivi ai teoriei. Această procedură este succesiv aplicată fiecărui primitiv al teoriei pînă cînd independenţa lor este demonstrată sau infirmată. Baza acestei reguli este următoarea: printr-o reinterpretare parţială semnificaţia primitivului verificat este modificată arbitrar din afară, adică semnificaţia sa nu este specificată (lăsînd la o parte definirea ei) prin restul conceptelor de bază ale teoriei, care sînt de aceea independente de el. Exemplu: Fie U şi $\circ$ conceptele fundamentale ale unei teorii, unde U este o mulţime alcătuită din doi membri şi $\circ$ o operaţie binară. Un model posibil este determinat prin regulile de interpretare: $I_1(U) = \{0, 1\}$, $I_1(\circ) = +$. Reinterpretăm $\circ$, dar nu pe U: $I_2(U) = I_1(U)$, $I_2(\circ) = \times$, care are acelaşi sens ca în modelul de mai înainte. Concluzie: U şi $\circ$ sînt realmente idei reciproc independente.

Testele independenţei primitive pot părea un lux, dar, de fapt, ele sînt atît teoretic, cît şi pragmatic valoroase. Teoretic, deoarece testul stabileşte care sînt exact conceptele de bază necesare şi suficiente ale unei teorii şi îndreaptă atenţia cercetătorului fundamentelor spre asemenea simboluri nu spre cele derivate. Utilitatea practică a discutării independenţei primitive constă în aceea că ea descurajează încercările de a se dispensa de anumite concepte fundamentale care par suspecte unei şcoli filosofice şi clarifică discuţiile asupra semnificaţiei simbolurilor teoretice (de exemplu, interpretarea fizică). De exemplu, o discuţie metalogică asupra statutului „masei" şi „forţei" în mecanica clasică ne-ar fi salvat de la încercările greşit orientate de a le defini explicit, deci de a le elimina ca concepte de bază. De fapt, tehnica lui Padoa, prezentă din 1899, ne arată că ei sînt primitivi independenţi în mecanica lui Newton. Pentru a vedea aceasta să ne reamintim că m şi f sînt legaţi prin legea Newton-Euler „$f = ma$". Dacă atribuim lui f interpretarea (numerică) 0, avem $0 = ma$. Această ecuaţie poate fi satisfăcută în infinite feluri, atribuind valori arbitrare lui m. Deoarece o infinitate de inter-

Scanned with OKEN Scanner

pretări (numerice) ale lui m sînt consistente cu interpretarea $I(f) = 0$, conchidem că nici masa nu poate fi definită în termenii forței nici convers. Interpretarea dată de Mach mecanicii clasice este deci logic greșită și așa sînt și sutele de manuale care o urmează ca și cînd ar fi fost definitivă.

A patra proprietate formală pe care trebuie s-o aibă teoriile perfecte este *independența axiomatică*. O mulțime de axiome este independentă dacă și numai dacă membrii ei nu sînt reciproc deductibili, adică nici unul dintre ei nu este derivabil din ceilalți (chiar dacă s-ar putea să fie o teoremă într-o teorie diferită). De asemenea: un enunț s este independent de o mulțime A de supoziții dacă și numai dacă $\{A, -s\}$ este consistentă. Independența axiomelor este analogul, pentru enunțurile de bază, al independenței primitive care poate fi adevărată despre conceptele de bază. Testul obișnuit al independenței-axiomatice este aproape paralel cu testul independenței-primitive; el constă din regulile următoare. Atribuim o interpretare fiecărui primitiv al teoriei, astfel încît toate axiomele exceptînd una dintre ele, să zicem A_i, sînt satisfăcute, cu alte cuvinte găsim un model în care A_i nu ține. Dacă o asemenea interpretare este întemeiată, A_i nu poate fi o consecință a restului supozițiilor; pentru că, dacă ar fi, ea ar fi automat satisfăcută ca o consecință a satisfacerii restului axiomelor. Pe scurt, dacă toate axiomele, exceptînd pe A_i, sînt realizate într-o interpretare dată a primitivilor, atunci A_i este independentă. În acest fel, orice membru al sistemului axiomatic se testează pînă cînd independența este demonstrată (sau nu). O procedură echivalentă este aceasta. Formăm un sistem nou constituit din $-A_i$ și restul axiomelor; dacă sistemul care rezultă astfel este consistent, am arătat că prezența lui $-A_i$ nu deranjează restul axiomelor, adică A_i este independentă de celelalte. Pentru că, dacă A_i ar decurge din ele, ar apărea o contradicție prin unirea lor cu $-A_i$. Acesta este un test sintactic, pe cînd primul era unul semantic.

Este dezirabil ca baza axiomatică a unei teorii să fie independentă, deși nu este obligatoriu. O primă rațiune are un caracter științific: dacă supozițiile de bază ale unei teorii sînt reciproc independente, putem genera un număr

nelimitat de sisteme alternative prin înlocuirea succesivă a unor axiome ale ei prin supoziţii diferite care se referă la aceleaşi obiecte. În particular, putem înlocui orice axiomă prin negaţia sa. Astfel, s-au produs de fapt primele geometrii neeuclidiene: anume, prin înlocuirea axiomei euclidiene a paralelelor prin postulate alternative. Valoarea independenţei axiomatice în construcţia şi remodelarea teoriilor devine explicit aparentă în faţa datelor care resping în mod determinat una sau mai multe axiome dar sînt neutre în ceea ce priveşte altele (tocmai deoarece ele sînt independente). În asemenea cazuri devin posibile ajustări oneste, nu *ad-hoc* alte teoriei. O a doua raţiune pentru aprecierea independenţei-axiomatice este metateoretică: este un principiu al unei ordini bune acela de a expune toate supoziţiile iniţiale separate de consecinţele lor logice, chiar dacă numai pentru a fi în stare să verificăm derivările oricînd. O a treia raţiune este pragmatică: prin reducerea unui sistem la componenţii independenţi evităm enunţarea de două ori a aceleiaşi idei, o dată ca o axiomă şi, apoi, din nou ca o teoremă: independenţa salvează timp. Şi, nu e nevoie să mai spunem, independenţa axiomatică şi independenţa primitivă, care sînt proprietăţi formale, nu deteriorează cîtuşi de puţin unitatea conceptuală pe care se presupune că o are orice teorie (vezi secţiunea 2).

Consistenţa formală, atît internă, cît şi externă, independenţaprimitivă şi independenţaaxiomatică sînt tot ceea ce putem aştepta de la o bună teorie în ceea ce priveşte forma sa. Cînd o teorie satisface aceste condiţii şi, în plus, conţine o enumerare explicită şi exhaustivă a primitivilor şi a regulilor (sintactice şi semantice), se zice că este *formalizată*. O teorie formalizată poate avea sau nu un conţinut factual şi nu trebuie considerată ca un sistem *formal* — în sensul filosofic al „formalului" (vezi secţiunea 1.4). Teoriile formale, formalizate sau nu, sînt lipsite de un referent obiectiv; şi printre ele teoriile abstracte, formalizate sau nu, nu au un conţinut sau o semnificaţie definită (vezi secţiunea 7.4). Formalizarea poartă asupra organizării, nu a conţinutului, iar teoriile formalizate, din logică sau fizică, nu sînt altceva decît teorii ideal organizate. Ca multe idealuri, formalizarea nu ne determină interesul deoarece

el poate fi găsit oriunde, ci tocmai pentru că ne întîlnim rareori cu el.

Uneori alte deziderate formale au fost propuse, printre ele economia şi completitudinea, dar există raţiuni întemeiate pentru a nu le admite. *Economia formală* în fundamentele unei teorii înseamnă sărăcie de concepte primitive şi simplicitate sintactică a relaţiilor de bază dintre ele, adică ale axiomelor teoriei. Chiar dacă ar exista măsuri adecvate pentru simplicitatea formală şi oricît de dezirabilă ar fi ea pentru raţiuni estetice şi pentru motive metateoretice (cum ar fi testele de consistenţă), economia formală nu trebuie să ghideze construcţia teoriei. O raţiune pentru aceasta este faptul că sărăcia de predicate extralogice, adică economia bazei de concepte primitive, poate fi atinsă întotdeauna tocmai prin neluarea în considerare a conceptelor, adică prin ignorarea unor trăsături ale obiectelor teoriei. Asemănător, prin negarea complexităţii relaţiilor dintre asemenea aspecte, supoziţiile de bază pot fi simplificate oricît dorim. Dar atunci va suferi adevărul. Cert este că trebuie să eliminăm primitivii redundanţi, ca şi complicările nenecesare în relaţiile lor reciproce iniţiale (axiome). Dar de asemenea complicaţii are grijă regula metodologică: „A nu susţine opinii arbitrare (nefundate şi netestabile)". În ştiinţa factuală simplicitatea este valoroasă atîta timp cît ea nu intră în conflict cu fundarea optimă, testabilitatea şi coroborarea. Dealtfel, economia în ceea ce priveşte baza nu coincide cu simplitatea (lipsa de complicaţii) sau limpezimea, de unde urmează că ea nu contribuie la uşurarea interpretării.

Să considerăm, finalmente, completitudinea. O teorie se zice că este *deductiv completă* dacă şi numai dacă nu se poate introduce o formulă nouă în teorie care să nu poată fi derivată din axiomele ei, eventual cu ajutorul definiţiilor. Echivalent: o teorie este deductiv completă dacă şi numai dacă, pentru orice pereche de formule reciproc contradictorii, ori una ori alta dintre ele este derivabilă în teorie. Dacă o nouă formulă care nu este astfel derivabilă este adăugată teoriei, se va naşte o contradicţie dacă teoria este completă, dar nu se va produce o catastrofă dacă teoria este incompletă. Cu alte cuvinte, o teorie este (formal) completă dacă ea nu poate fi lărgită fără contradic-

Scanned with OKEN Scanner

ţii; ea este incompletă dacă ea poate fi extinsă în acest fel: dacă ea poate creşte rămînînd consistentă. Un test pentru completitudinea formală este de aceea următorul: cînd o premisă este adăugată la mulţimea originală de supoziţii, aceasta este completă chiar dacă mulţimea îmbogăţită devine inconsistentă, chiar dacă noua formulă se dovedeşte a fi derivabilă din vechea mulţime. Atenţie: să nu confundăm completitudinea formală cu completitudinea semantică sau considerarea exhaustivă a cîmpului dat. Cum vom vedea imediat, completitudinea sau acoperirea (coverage) semantică necesită incompletitudinea formală.

Cu excepţia unor teorii formale elementare, cum ar fi calculul propoziţional şi calculul cu predicate de ordinul întîi, toate teoriile consistente şi suficient de bogate — cum ar fi aritmetica elementară — *trebuie* să fie incomplete, adică ele pot să crească fără contradicţii: aceasta este substanţa uneia dintre teoremele de incompletitudine ale lui K. Gödel. Întrucît consistenţa este un deziderat absolut şi avem nevoie de cele mai bogate teorii, trebuie să părăsim completitudinea formală ca un deziderat al teoriilor logice sau matematice. *A fortiori*, trebuie s-o abandonăm în raport cu ştiinţa factuală, deoarece ultima presupune ştiinţa formală. Dar este o diferenţă: pe cînd în ştiinţa formală ne despărţim fără tragere de inimă de completitudine, privind-o ca un paradis pierdut, în ştiinţa factuală trebuie să considerăm completitudinea formală complet nedezirabilă. De fapt, capacitatea de a absorbi noi premise înrudite cu supoziţiile fundamentale — cum ar fi ipotezele auxiliare şi datele empirice — este un deziderat al teoriilor factuale, deoarece avem nevoie să le aplicăm la cazuri particulare, şi orice asemenea aplicare necesită introducerea de informaţie proaspătă şi de supoziţii noi. O teorie formal completă nu poate — prin definiţie — să crească acceptînd formule cîştigate în afara teoriei. Astfel, reamintindu-ne caracterizarea teoriilor axiomatice (vezi secţiunea 3) realizăm că completitudinea formală este echivalentă cu *axiomatizabilitatea*. Confirmăm ca urmare concluzia anterioară: axiomatizarea completă este nedezirabilă în ştiinţa factuală. În termeni constructivi: axiomatizarea (completitudinea formală) este dezirabilă numai pentru *miezul* oricărei teorii

Scanned with OKEN Scanner

factuale, adică pentru mulţimea supoziţiilor ei generale. Incompletitudinea formală (axiomatizabilitatea parţială) este compensată de capacitatea de creştere şi de aplicare, adică de deschiderea la experienţa proaspătă (vezi secţiunea 3).

Astfel, dacă o teorie este incompletă — cum va fi orice teorie factuală consistentă şi rezonabil de bogată —, atunci ea va fi în stare să facă faţă oricărei probleme înrudite cu ea. Altfel spus, incompletitudinea este însoţită într-o anumită măsură de *irezolvabilitate* (relativă la teoria dată). De fapt, să admitem că o problemă dată Π este bine formulată şi bine concepută în cadrul oferit de o teorie T. Problema Π se va considera că este *rezolvabilă în T* dacă şi numai dacă T conţine formule din care o soluţie $S(\Pi)$ a lui Π poate fi derivată. Altfel Π va fi irezolvabilă în T, cu toate că ea ar putea să fie rezolvabilă într-o teorie alternativă. Pe scurt, Π este rezolvabilă în T dacă şi numai dacă $T \vdash S(\Pi)$. Astfel, dacă T este formal şi semantic completă, ea permite derivarea soluţiei. Dacă, pe de altă parte, T este incompletă, într-un sens oarecare — cum este cazul tocmai cu teoriile factuale dezvoltate —, atunci $S(\Pi)$ poate să nu fie derivabilă în T. Cu alte cuvinte, nu *orice* problemă este rezolvabilă într-o teorie factuală dată chiar dacă ea poate fi pusă în acest context. Remediul va consta în edificarea unei teorii mai bogate, în cadrul căreia problema dată e rezolvabilă; dar noua teorie va fi de asemenea incompletă şi va lăsa în afară alte probleme. Conform cu rezultatele precedente, este surprinzător ca o teorie factuală dată — cum sînt teoriile cuantice prezente — să fie anunţată ca una completă, deci fără nevoia completării cu alte teorii. Efectul unei asemenea opinii nejustificate este acela de a interzice, ca lipsite de semnificaţie, toate acele probleme care nu se pot rezolva în cadrul unei teorii existente. Pe de altă parte, recunoaşterea incompletitudinii esenţiale a oricărei teorii care include aritmetica invită la tratarea problemelor actual nesolvabile prin construirea unor teorii noi, mai tari.

Aceasta completează tratarea noastră sumară a sintaxei şi semanticii teoriilor, o expunere rapidă a cîmpului ştiinţei despre ştiinţă.

Scanned with OKEN Scanner

DEZIRABILITATEA FORMALIZĂRII ÎN ȘTIINȚĂ*

PATRICK SUPPES

Ar fi amuzant să punem întrebarea dacă formalizarea în știință i-ar fi convenit lui Arhimede din Sicilia sau, peste trei sute de ani, lui Ptolemeu din Alexandria. Pot să-mi imaginez pe Arhimede spunînd, surprins, că nici un filosof distins nu ar fi pus o asemenea întrebare. Ar fi asemenea întrebării dacă în geometrie este de dorit o demonstrație reală în opoziție cu o metodă sugestivă, dar informală. Cred că chiar Ptolemeu, deși mult mai adînc implicat în observații empirice și în probleme complicate de punere de acord a teoriilor cu datele ar fi răspuns în aceeași manieră. Cu alte cuvinte, am vrut să spun că singurele ramuri ale științei cantitative serios dezvoltate în antichitate erau considerate ca extensiuni ale geometriei și erau supuse acelorași exigențe formale. Am în vedere în special opera lui Arhimede în statică; tratatul său asupra echilibrului planurilor este primul tratat sistematic în fizica matematică. Mă gîndesc, de asemenea, la opera *Almagest* a lui Ptolemeu, care este fără îndoială cea mai mare operă științifică a antichității, dacă noi înțelegem prin *știință*, în opoziție cu *matematica*, dezvoltarea unei teorii și confruntarea teoriei cu datele cantitative. Pentru această tradiție antică a analizei științifice nu există o altă cale proprie de a gîndi altfel decît în termenii metodelor formale ale geometriei. Acest tip de gîndire care se originează cu Arhimede are o lungă și continuă istorie trecînd prin tradiția arabă și latină a evului mediu, conducînd fără vreo ruptură la *Principiile* lui Newton din secolul al XVII-lea. Metodele

* „The Journal of Philosophy", LXV, nr. 20, 1968.

Scanned with OKEN Scanner

geometrice formale ale lui Newton și considerarea atentă a datelor de către el sînt foarte apropiate de spiritul *Almagest*-ei lui Ptolemeu. Și pentru Newton nu se pune problema dezirabilității formalizării în știință. Chiar cea mai empirică dintre operele sale sistematice, *Optica*, a fost organizată geometric și în manieră demonstrativă.

Este posibil să se replice că formalizarea de azi înseamnă mult mai mult decît folosirea explicită a metodei geometrice, așa cum s-a întîmplat în Alexandria antică, la Universitatea din Paris în secolul al XIII-lea, sau la Cambridge în secolul al XVII-lea. Dar observația nu este adecvată, deoarece problema realmente conceptuală este aceea ca standardele de rigoare și formalizare caracteristice matematicii timpului să se aplice, de asemenea, și în știința sistematică.

În aproape cele trei secole scurse după publicarea *Principiilor* lui Newton, divergența dintre metoda deductivă folosită în matematică și în fizică a devenit suficient de pronunțată. Direcția urmată de matematică a fost o mișcare spre standarde de rigoare și formalizare din ce în ce mai bine definite. Nu acesta este cazul în fizica matematică, deși chiar și aici a început să apară o distincție între fizica matematică și fizica teoretică. Fizica matematică este din ce în ce mai mult un subiect pentru matematicieni și preocuparea ei pentru problemele de rigoare și claritatea formală a ipotezelor este evidentă. Fizica teoretică, pe de altă parte, se formulează într-o manieră care este foarte departe de a satisface standardele matematice moderne. Nici unul dintre studiile istoric importante ale acestui secol în teoria relativității sau în mecanica cuantică nu a fost scris într-un stil matematic perfect, clar, formalizat. (Referindu-mă la teoria relativității, am în minte scrierile inițiale ale lui Einstein și Lorentz, nu opera matematică ulterioară a lui Minkowski, Veblen, Robb și alții.) Chiar cartea lui von Neumann de mecanică cuantică (1932) nu conține o dezvoltare axiomatică, sau cum s-ar mai putea numi, arhimedică a mecanicii cuantice, ci numai a spațiilor-Hilbert. Este dificil să se prevadă viitorul metodelor axiomatice și formalizate în științele empirice. Există semne, cel puțin, că marea prăpastie care separă în prezent metodele folosite în fizică de acelea din matematică începe

să se închidă şi că ea nu se va extinde în alte discipline empirice, cum ar fi economia matematică şi psihologia matematică. Dar nu este intenţia acestui studiu să încerce a oferi o previziune suficient de argumentată a acestor dezvoltări viitoare.

Dacă lăsăm la o parte argumentul pozitiv al tradiţiei care începe cu Arhimede şi care-l include pe Newton şi de asemenea şi argumentul negativ care arată nivelul scăzut al formalizării curente în majoritatea ştiinţei contemporane, este încă pertinent să întrebăm care sînt raţiunile interesului filosofic asupra formalizării în ştiinţă. Este formalizarea deziderabilă, sau în unele cazuri realmente necesară, pentru o analiză filosofică corespunzătoare a conceptelor? O cale pentru a formula un argument filosofic asupra formalizării este aceasta. Rolul filosofiei în ştiinţă este să clarifice problemele conceptuale şi să expliciteze supoziţiile fundamentale ale fiecărei discipline ştiinţifice. Clarificarea problemelor conceptuale sau construirea unor fundamente logice explicite sînt sarcini care nu au un caracter intrinsec, nici empiric, nici matematic. Ele pot fi considerate ca o sarcină filosofică propriu-zisă, direct relevantă pentru ştiinţă.

În contextul unei asemenea clarificări şi construcţii, o metodă primară a analizei filosofice este aceea a formalizării şi axiomatizării conceptelor şi a teoriilor de importanţă fundamentală într-un domeniu dat al ştiinţei. A argumenta că asemenea formalizare este o metodă importantă a clarificării nu înseamnă în vreun fel a pretinde că ea este singura metodă a analizei filosofice. Aproape oricine va fi de acord că criticile pătrunzătoare, dar neformale ale exemplelor de formalizare joacă un rol central în evaluarea corectitudinii intuitive a unei soluţii la o problemă conceptuală sau a construcţiei unui fundament explicit. Formalizarea nu va răspunde la toate întrebările, nu va rezolva toate problemele, dar există o foarte instructivă lecţie de găsit în filosofia matematică. Este corect să spunem că în timpul perioadei formate din ultimii o sută de ani a existat un mai mare progres discernabil în înţelegerea fundamentelor matematicii şi a adîncimii problemelor care sînt considerate importante aici decît în orice altă ramură a filosofiei. Această muncă fundaţională a avut consecinţe însemnate asupra matematicii însăşi.

Scanned with OKEN Scanner

Fundarea pe teoria mulțimilor a matematicii care a început cu Cantor și Frege și a fost perfecționată de Zermelo, Russell și alții este astăzi un cadru în care se scrie o mare parte din matematica pură.

Sensul formalizării pe care-l voi folosi în discuția care urmează este tocmai acesta al unei formulări standard în cadrul teoriei mulțimilor. Nu vreau să înțeleg prin formalizare concepția mai strictă a unei teorii de ordinul întîi care admite numai logica elementară. O asemenea formalizare mai strictă este corespunzătoare pentru studiul intensiv al multor domenii elementare ale matematicii, dar în aproape toate cîmpurile științei este necesar un aparat matematic mai bogat. Putem în mod propriu să recurgem la acest aparat în cadrul teoretic al teoriei mulțimilor. (O mai elaborată tratare a sensului exact al formalizării înțeles aici nu va fi dată; am susținut o abordare ansamblistă cu numeroase ocazii în trecut, dar multe din cele ce vor fi spuse aici asupra problemelor mai generale nu vor depinde într-o manieră sensibilă de sensul precis al formalizării utilizat.)

Există alte rațiuni pentru care formalizarea unei teorii științifice este dezirabilă. Unele lucruri se pot spune, chiar dacă pe scurt, asupra lor.

Caracterul explicit. A formaliza o familie corelată de concepte este o cale pentru expunerea semnificației lor într-o formă explicită. Un bun exemplu asupra a ceea ce se poate spera în această direcție este oferit de conceptul probabilității. Înainte de analiza explicită a structurii formale a probabilității, dată de Kolmogorov (1933), exista o mare confuzie chiar asupra celor mai elementare proprietăți ale probabilității, de exemplu domeniul de definiție al unei măsuri de probabilitate. Corectitudinea intuitivă a formalizării lui Kolmogorov a fost recunoscută aproape imediat, și ea este astăzi universal adoptată. Pe de altă parte, formalizarea nu a încheiat discuția și analiza filosofică a conceptului probabilității. Mai degrabă ea a ajutat la ridicarea discuției la un nivel superior. Dificultatea caracterizării pure, în termenii teoriei mulțimilor, a ideii lui Kolmogorov este aceea că noțiunea probabilității nu este suficient de categorică. Sînt posibile interpretări ale axiomelor care nu corespund unor intuiții asupra probabilității.

Scanned with OKEN Scanner

O cale de a interpreta literatura recentă vastă asupra fundamentelor probabilității este o încercare de a suplimenta axiomele lui Kolmogorov pentru a oferi un sistem axiomatic acceptabil și în același timp mai categoric, pentru a face semnificația probabilității și mai explicită.

Standardizarea. Una dintre cele mai dezirabile consecințe ale folosirii unui cadru conceptual al teoriei mulțimilor (set-teoretic) pentru formalizarea explicită a teoriilor științifice este standardizarea terminologiei și a metodelor analizei conceptuale folosite în cadrul diferitelor ramuri ale științei. Este o problemă empirică, dar una care cred că poate fi fundată pe o evidență sistematică, faptul că cercetătorii care cunosc și pot folosi metodele teoriei mulțimilor pot mai ușor să absoarbă ramuri diferite ale științei, toate formalizate într-un limbaj comun. Un scop larg al formalizării este să facă comunicarea mai ușoară între disciplinele științifice. Unitatea științei, atît de abil apărată de mulți filosofi în acest secol, va fi mult mai reală dacă un limbaj teoretic comun se va folosi pe cît de larg posibil.

Generalitatea. O altă virtute a formalizării este aceea că ea oferă adesea un mijloc de a vedea pădurea în spatele copacilor. Adică formalizarea elimină trăsăturile provinciale și neesențiale ale manierii în care o teorie științifică a fost considerată. Se pot da ușor cîteva exemple ale virtuții formalizării din acest punct de vedere. Poate unul dintre cele mai subtile este demonstrația că cele două versiuni clasice ale mecanicii cuantice, mecanica ondulatorie și mecanica matricială, sînt identice, în sensul că există un singur spațiu Hilbert complex, separabil, pînă la izomorfism, și ambele sînt realizări ale unui asemenea spațiu. Într-un sens clar, controversa asupra faptului dacă o mecanică continuă a undelor sau o mecanică discretă a reprezentărilor matriciale ar trebui folosită pentru analiza fenomenelor cuantic mecanice a devenit irelevantă prin această demonstrație de izomorfism.

Obiectivitatea. Formalizarea oferă un grad de obiectivitate imposibil de atins în teoriile neexpuse în această formă. În domenii ale științei unde există mari controverse asupra chiar a celor mai elementare concepte, valoarea unei asemenea formalizări poate fi esențială. Un exemplu este

Scanned with OKEN Scanner

continua controversă din psihologie dintre teoreticienii behavioriști, care se sprijină pe relația stimul-răspuns, și teoreticienii cognitiviști. Pentru multe dintre paradigmele experimentale care au fost intens studiate și pentru care există un corp extins de date este posibil să se arate într-o manieră riguroasă că modelele versiunii teoriilor stimul-răspuns precis formulate și modelele teoriilor selecției strategiilor cognitive precis formulate sînt izomorfe[1].

Supoziții auto-conținute. Formalizarea este o cale de a ieși din pădurea supozițiilor implicite și de a ocoli tufărișul confuziei în ceea ce privește baza necesară a unei teorii. Fizicienii, de exemplu, doresc să excludă pe „baze fizice" soluțiile ecuațiilor fundamentale pe care ei le găsesc inacceptabile. Dar atîta timp cît ipotezele cerute pentru eliminarea unor asemenea soluții nu sînt expuse dinainte, selectarea soluțiilor rămîne în seama unei intuiții netutelate. Este o întrebare semnificativă, de ce este filosofic interesant să se formuleze o teorie în termenii unei mulțimi de supoziții auto-conținute, nu doresc însă să sugerez că s-ar putea argumenta definitiv asupra unei probleme atît de complexe ca aceasta. În fond, totuși, cred că aici există un instinct al puterii greu de înfrînt odată ce s-a dezvoltat. A nu enunța sistematic toate ipotezele necesare pentru o teorie la începutul dezvoltării ei seamănă foarte mult cu construirea unei case ale cărei fundații sînt continuu modificate în timpul construirii etajelor superioare, pe motiv că analiza structurală a rezistenței la presiune a fost eronată. A urmări supozițiile self-conținute este de asemenea o cale pentru asigurarea obiectivității științifice. Dacă noi supoziții pot fi adăugate neformal după nevoi, există întotdeauna îndoieli dacă s-a găsit într-adevăr o explicație veritabilă a fenomenelor empirice. Adăugarea *ad-hoc* a unor noi supoziții a fost o practică specială foarte răspîndită în anumite domenii ale psihologiei și sociologiei, dar, din fericire, ea și-a găsit critica pe care o merita. Insistența asupra unui nivel standard al formalizării în termenii teoriei mulțimilor a enunțării teoriilor este o gardă împotriva verbalismelor *ad-hoc* și *post-hoc*.

Supoziții minimale. Formalizarea unei teorii face posibilă o analiză obiectivă a ceea ce sînt considerate supozițiile minimale necesare pentru enunțarea teoriei. Există, cred,

Scanned with OKEN Scanner

o atracție estetică directă pentru găsirea unei mulțimi de supoziții mutual independente self-conținute în formularea unei teorii. Este filosofic interesant să ne întrebăm de ce căutăm o mulțime minimă de ipoteze independente, dar pentru scopurile prezente este mai important să se recunoască că ea prezintă un interes aproape general. Semnificația întrebării: „care sînt supozițiile minimale în termenii cărora poate fi formulată o teorie?" este un test direct al seriozității înțelegerii unei teorii și o măsură a gradului de adîncime al dezvoltării ei. A cere ca o ramură a fizicii clasice să fie formulată în termenii unei mulțimi minimale de supoziții sau axiome este o cerință cu sens, dar întrebarea care este o mulțime minimală, dar suficientă de supoziții pentru psihanaliză nu are astăzi un răspuns serios. În multe domenii ale științei nu avem încă o formalizare clară a disciplinei în termenii unei mulțimi minimale de supoziții self-conținute. O sarcină proprie a filosofilor interesați în fundamentele științei este tocmai această analiză. Am vrut să apăr afirmația că aceasta este o sarcină pentru care filosofii pregătiți formal sînt mai corespunzători în multe cazuri decît oamenii de știință care lucrează în acea disciplină. Exemplul relativității menționat mai jos este semnificativ în această privință.

Deși se pot aduce și alte argumente generale pentru dezirabilitatea formalizării, aș dori acum să discut trei exemple mai detaliate pentru a vedea cum pot contribui util metodele formalizării la clarificarea problemelor conceptuale în diferite domenii ale științei. Prima analiză se referă la teoria specială a relativității, a doua la măsurarea proprietăților intensive, iar a treia la psiholingvistică.

RELATIVITATEA

Orice om cu o anumită pregătire logică care privește la literatura filosofică asupra relativității întinzîndu-se de la Reichenbach la Grünbaum, va avea, probabil, un sentiment deloc comod. Sursa acestui sentiment este lipsa de claritate în supozițiile de bază ale teoriei. Pentru scopurile noastre ne vom restrînge la teoria specială a relativității. Un răspuns posibil este acela că teoria specială a relativității reprezintă multe lucruri pentru mulți fizicieni, iar filosofii

nu și-au pus problema de a da o mulțime de supoziții clare și fundamentale din care vor rezulta toate rezultatele dorite. Totuși, nu cred că această opinie este corectă. Responsabilitatea filosofilor angajați în analiza logică a teoriei relativității este aceea de a oferi supoziții clare și suficiente din care să poată fi derivate rezultatele fundamentale ale teoriei. Poate exista, desigur, o polemică asupra rezultatelor care vor fi considerate fundamentale, dar cu greu ar putea exista un dezacord asupra importanței esențiale de a arăta că orice două sisteme inerțiale de referință sînt legate de o transformare Lorentz. O mulțime de axiome sau supoziții formale self-conținute din care se poate deriva acest rezultat nu se va găsi în scrierile lui Reichenbach sau Grünbaum. Într-adevăr, este surprinzător că asemenea referințe relevante nu sînt date sau menționate în cartea voluminoasă a lui Grünbaum despre spațiu și timp[2]. Nesatisfăcuți de textele filosofice consultate, putem consulta manualele standard sau tratatele de fizică. Aici întîlnim însă aceleași probleme. De fapt, discuția nu este la fel de clară din punct de vedere logic sau matematic ca aceea pe care o întîlnim, de exemplu, la Grünbaum. Rezultatul negativ al căutării noastre ne poate încuraja să credem că problema este prea complicată sau matematic prea dificilă pentru a putea fi complet rezolvată. Aceasta este ironia situației. Matematica este elementară. Cîteva soluții există în literatură și cel puțin una (aceea a lui Robb[3]) a existat de cel puțin treizeci de ani; totuși puțini fizicieni sau filosofi ai științei par să fi fost conștienți de rezultate.

Am arătat cu un număr de ani în urmă că singura supoziție necesară pentru cinematica relativistă este aceea că toți observatorii în repaus, în sisteme inerțiale, au măsurători identice pentru distanțele relativiste de-a lungul drumurilor inerțiale dacă instrumentele lor de măsură au calibrări identice[4]. Este o consecință, și *nu* o supoziție a acestei analize faptul că observatorii din diferite sisteme de referință se mișcă cu viteză uniformă în raport unul cu altul. Mai mult, nu este necesară supoziția continuității sau liniarității. Teoria specială a relativității poate fi așezată pe cea mai strictă bază operațională a măsurărilor distanței relativiste de-a lungul drumurilor inerțiale. Mai mult, rezultatele principale pot fi obținute asupra unui corp nu-

merabil de numere, şi anume asupra unui corp de numere care nu este arhimedian. Prin rezultatul „principal" înţeleg derivarea propoziţiei că orice două cadre de referinţă sînt legate printr-o transformare Lorentz. Din punctul de vedere al fizicii, este important şi interesant de notat că nu sînt cerute proprietăţi local diferenţiabile şi că într-un sens matematic strict derivarea transformărilor Lorentz este elementară. Recent, E.C. Zeeman a arătat că invarianţa rezultatelor de măsurare nu este cerută, ci pot fi utilizate ipotezele ordonării (deşi această demonstraţie nu are loc pentru două dimensiuni)[5].

Este evident cum aceste analize explicite ale supoziţiilor necesare pentru formularea cinematicii relativiste exemplifică virtuţile formalizării descrise mai sus în termeni generali. Singura supoziţie folosită de mine sau cea folosită de Zeeman este explicită, este formulată într-un limbaj matematic standard, este self-conţinută şi, într-un sens precis care poate fi demonstrat, este minimală. Acest lucru nu poate fi spus despre majoritatea analizelor găsite în manualele de fizică sau în scrierile filosofilor asupra teoriei relativităţii. Generalitatea cîştigată prin formalizare este evidenţiată în special considerînd faptul că nici chiar un corp arhimedian al numerelor nu este cerut pentru derivarea transformărilor Lorentz. Aceasta face foarte clar caracterul elementar şi de asemenea caracterul macroscopic al relativităţii speciale. Nu sînt cerute proprietăţi adînci ale sistemului de numere reale în formularea teoriei cinematice. De o mare importanţă filosofică este înlocuirea misterioasei discuţii, oarecum vagi şi de circumstanţă, asupra supoziţiilor de bază ale relativităţii prin axiome exact formulate. Întrebarea: „care este baza conceptuală a teoriei speciale a relativităţii?" poate primi oricare dintre cele cîteva răspunsuri echivalente, care nu mai au reziduuri de confuzie conceptuală.

MĂSURAREA FUNDAMENTALĂ A PROPRIETĂŢILOR INTENSIVE

Una dintre disputele conceptuale cele mai interesante în teoria şi practica măsurării în ştiinţă se referă la faptul dacă este posibil să avem o măsurare fundamentală a pro-

Scanned with OKEN Scanner

prietăţilor intensive. În primul rînd, o exigenţă a măsurării fundamentale implică exigenţa ca să poată fi stabilită o scară cantitativă pe baza observaţiilor empirice calitative care nu presupun măsurări anterioare. Această distincţie între proprietăţi intensive şi extensive este veche în ştiinţă şi filosofie, mergînd pînă la Aristotel, şi avînd o literatură extinsă chiar în evul mediu sub numele de intensificarea şi atenuarea formelor. Proprietăţile extensive sau mărimile sînt proprietăţi care pot fi adunate; de exemplu, masa şi lungimea sînt extensive. Proprietăţi intensive, în opoziţie, nu sînt aditive, chiar dacă ele pot fi măsurate. De exemplu, două volume de gaz cu aceeaşi temperatură nu se combină pentru a forma un gaz cu temperatură dublă. S-a pretins în mod repetat de către anumiţi teoreticieni ai măsurării, în special de către N.R. Campbell, că măsurarea fundamentală a proprietăţilor intensive nu este posibilă. Astfel, în discutarea măsurării temperaturii Campbell conclude că măsurarea fundamentală a temperaturii nu este posibilă întrucît „nu există un proces fizic de adiţie pentru temperatură"[6]. Analiza intuitivă, dar confuză a lui Campbell asupra măsurării are ramificaţii în multe alte domenii ale ştiinţei. Poziţia sa, de exemplu, a fost esenţial adoptată într-un articol influent asupra măsurării în psihologie al lui Bergman şi Spence[7]. Aici, Spence şi Bergman spun:

> „În dimensiuni extensionale şi numai în dimensiuni extensionale poate fi dată o semnificaţie factuală egalităţii diferenţelor numerice fără a ne baza pe alte legi empirice decît axiomele măsurării înseşi" (111).

Pînă relativ recent, concepţiile exprimate de Campbell, de Bergman şi Spence şi de alţii, anume că proprietăţile intensive nu pot fi fundamental măsurate, erau larg răspîndite şi lor li se mai acordă încă credit în unele domenii. Totuşi este elementar şi simplu de demonstrat că aceste concepţii, atît de categoric şi dogmatic exprimate, nu se întemeiază pe o analiză formală serioasă şi pot de fapt să fie respinse prin simple contraexemple care sînt ele însele direct aplicabile la măsurarea proprietăţilor intensive. Una dintre cele mai importante virtuţi ale formalizării poate fi pusă în lumină în acest context. În cadrul unei discipline care este formalizată, afirmaţii ca acelea ale lui Campbell

Scanned with OKEN Scanner

sau Bergman şi Spence, pur şi simplu, nu se formulează fără o demonstraţie formală. Una dintre cele mai importante dezvoltări formale din istoria matematicii şi logicii a fost dezvoltarea tehnicilor pentru a demonstra că anumite lucruri nu sînt posibile. Exemple clasice sînt demonstraţiile că unghiuri arbitrare nu pot fi trisectate cu rigla şi compasul, că rădăcina patrată a lui 2 nu poate fi reprezentată prin raportul a doi întregi şi că postulatul paralelelor lui Euclid nu poate fi derivat din alte postulate. În logică şi matematică, pretenţiile generale de imposibilitate trebuie întemeiate prin demonstraţii net determinate pentru a fi luate în serios. Exact acelaşi standard poate fi aplicat în ştiinţă atunci cînd ea este organizată într-un cadru conceptual formal. În cazul proprietăţilor intensive, de exemplu, este trivial să se arate că o relaţie cuaternară exprimînd egalitatea diferenţelor numerice este invariantă faţă de schimbarea unităţii şi originii şi astfel nu reprezintă o relaţie exprimînd aditivitatea, care este invariantă numai pentru schimbarea unităţii. Asemenea scări sînt acum larg răspîndite în măsurarea utilităţii şi în măsurarea altor caracteristice psihologice. Este, de asemenea, simplu şi elementar să se dea axiome pentru o asemenea relaţie cuaternară în termeni pur calitativi. Un exemplu se află în manualul meu de logică[8] şi o discuţie mai extinsă în articolul scris de mine şi Zinnes[9].

Atîta vreme cît măsurarea proprietăţilor intensive nu este plasată într-un cadru formal, există o mică speranţă pentru o întemeiere serioasă a acestor probleme. O foarte mare literatură psihologică poate fi citată pentru a arăta cît de confuze lucruri se pot naşte atîta timp cît nu s-a făcut o încercare serioasă de analiză formală. Desigur, situaţia lui Campbell este aceea că el era un fizician experimentator şi realmente nu înţelegea nici un gen de argument matematic. El ar fi fost uluit de cerinţa ca să dea o demonstraţie a pretenţiei lui că numai proprietăţile extensive pot fi măsurate fundamental. S-ar putea avansa concepţia că N.R. Campbell nu a depăşit cu mult discuţia despre intensificarea şi atenuarea cantitativă şi calitativă a formelor a lui Thomas Bradwardine din Merton în secolul al patrusprezecelea. În mod cert, Arhimede sau Ptolemeu, dacă ar fi fost confruntaţi cu *Physics*: *The Elements* a lui Campbell,

ar fi găsit aproape incredibilă degradarea standardelor analizei și clarității conceptuale formulate deja de două mii de ani.

PSIHOLINGVISTICA

În psiholingvistică există curente puternice de opinii divergente, în mod obișnuit mai multe decît în aproape oricare alt cîmp al științei. Conflictul dintre lingviștii care folosesc concepte mentaliste și psihologii care folosesc o mulțime restrînsă de concepte ale comportamentului a fost intensă, cel puțin după publicarea recenziei lui Chomsky (1959) la *Verbal Behavior* a lui Skinner[10]. Din harababura cerințelor și contracerințelor lingviștilor și psihologilor, am selectat o temă pentru a o comenta aici. Lingviști de convingeri chomskiene au afirmat de repetate ori și de cîteva ori au încercat chiar să demonstreze că nici o teorie a condiționării de genul standard stimul-răspuns nu poate da seama de aspectele centrale ale comportamentului lingvistic. De exemplu, Katz și Postal declară în cartea lor: „O teorie a condiționării asupra dobîndirii limbajului trebuie respinsă ca fiind, în principiu, incapabilă să explice cum este însușit limbajul"[11]. Deși sînt date cîteva argumente pentru a sprijini afirmația, ei nu oferă nici o demonstrație serioasă de genul celor discutate mai sus, reprezentînd un standard pentru afirmațiile matematice de natură negativă. Este chiar îndoielnic dacă ei recunosc pe deplin necesitatea unei asemenea demonstrații pentru a da aserțiunii lor asupra teoriei condiționării un statut definit. Mai presus de toate, ei nu dau o interpretare formală clară a expresiei „în principiu": tocmai o asemenea interpretare este, în mod cert, de o importanță extremă în orice analiză serioasă de acest gen. De exemplu, ei nu disting între teza că nici o extensie conservativă a teoriei condiționării nu poate explica aspectele majore ale învățării limbajului, și teza mai puternică că chiar cu adăugarea altor concepte comportamentale teoria nu va fi suficientă. Înțeleg aici printr-o extensie *conservativă* a unei teorii o teorie care va folosi aceleași concepte fundamentale ca și teoria originală[12].

O încercare mai ambițioasă de același gen cu aceea a lui Katz și Postal a fost recent făcută de Bever, Fodor și

Garrett[13]. Ei încearcă o demonstrație formală, sau cel puțin ceva ce consideră ei a fi o demonstrație formală, a limitărilor asociaționismului, sau ceea ce revine la același lucru, a teoriei stimul-răspuns a condiționării. Totuși, demonstrația lor presupusă nu este o demonstrație formală în nici un sens, iar ceea ce ei spun despre postulatul exprimat neformal cu care lucrează ei este confuz conceptual. Postulatul lor fundamental este că „principiile asociative sînt reguli definite pe vocabularul «terminal» al unei teorii, adică pe vocabularul în care comportamentul este descris" (583). Nu multe rînduri după aceea, ei asertează că „un corolar al postulatului terminal este acela că, întrucît comportamentul este organizat în timp, orice relație asociativă este o relație între elementele din dreapta și din stînga dintr-un șir" (*loc. cit.*). Nici o demonstrație a acestui corolar nu este încercată și este evident că în nici un sens matematic serios el nu este o consecință logică a postulatului lor fundamental. Mai departe, ei discută cazul simplu al limbajului-reflectare constituit dintr-un vocabular de două litere. Seriile gramaticale ale acestui limbaj sînt numai cele de forma *aa*, *abba*, *aabbaa* etc. Ei fac observația corectă că un asemenea limbaj nu poate fi generat de un automat finit, dar ei iau acest fapt ca fiind o evidență a limitării formale a asociaționismului. Relevanța acestui exemplu pentru orice explicație serioasă a limbajului nu este discutată. De fapt, multe dintre cele spuse de lingviști asupra limbajelor care nu pot fi generate de automate finite par la fel de irelevante pentru oricare teorie a însușirii limbajului și pentru comportamentul lingvistic real, ca și demonstrația că nici un computer actual nu poate genera mulțimea funcțiilor nerecursive. O evidență în plus pentru confuzia în această problemă o aflăm în încheierea articolului lui Bever, Fodor și Garrett. Ei spun că, chiar dacă un repertoriu bogat al comportamentului ar putea fi generat de principiile asociaționiste, teorii mai puternice pot explica un comportament mai bogat, și, ca urmare, comportamentul ar putea fi explicat mai satisfăcător de aceste teorii mai puternice. Ei încheie cu remarca: „Orice lucru pe care-l faci cu o mînă legată la spate, îl poți face cu ambele mîini libere". Este greu de conceput o remarcă care să fie matematic mai puțin potrivită asupra sarcinii de a oferi o

Scanned with OKEN Scanner

explicaţie realistă învăţării limbajului şi comportamentului lingvistic. Dacă n-ar fi luată în serios această remarcă, ca şi cele anterioare asupra teoriilor puternice, nu ar mai avea nici un sens cercetarea unor modele pentru gradele corespunzătoare de complexitate şi putere. Am putea foarte bine să postulăm de la început că avem o maşină Turing universală sau, dacă caracterul recursiv al unui asemenea instrument este o limitare prea mare, atunci să postulăm că avem la dispoziţie o maşină abstractă care poate genera toate funcţiile, recursive sau nu. Amestecul de confuzii conceptuale pe care-l găsim în acest articol era de aşteptat, atunci cînd probleme formale relativ subtile sînt discutate fără nici o atenţie serioasă pentru formularea exactă sau demonstrarea tezelor.

Contrar a ceea ce sugerează aceste două exemple, nu vreau să argumentez că păcatul corupt al afirmaţiilor neîntemeiate este comis numai de lingvişti. Critica atentă şi detaliată făcută de Chomsky pretenţiilor exagerate ale lui Skinner din *Verbal Behavior* a avut un efect salutar în psihologie, iar tendinţa psihologilor de a pretinde prea mult de la teoriile lor a fost frînată tocmai de contraexigenţele îndrăzneţe ale lingviştilor.

Este în general recunoscut în matematică că argumentele negative pot fi formulate într-o manieră mai formală şi explicită decît argumentele pozitive. Totuşi, oricine a privit miile de soluţii sugerate în ultimele secole pentru problema clasică a trisecţiei unghiurilor cu rigla şi compasul va recunoaşte că standardul de formalizare adoptat de Bever, Fodor and Garrett este sub acela al majorităţii acestor soluţii pozitive false. Este o obligaţie specială a acelora care vor să facă o apreciere negativă asupra unei teorii oarecare, fie ea teoria condiţionării sau teoria construcţiilor geometrice, să-şi expună argumentul lor matematic într-o manieră formală şi explicită, desigur mai dificilă.

O adîncă controversă conceptuală într-un domeniu dat al ştiinţei poate avea una dintre cele mai stimulative influenţe asupra evoluţiei cunoaşterii din acest domeniu. Provocările şi răspunsurile reciproce dintre lingvişti şi psihologi constituie, probabil, una dintre cele mai puternice şi mai importante controverse din psihologie din acest

Scanned with OKEN Scanner

secol. Rolul constructiv al formalizării în aceste controverse trebuie să fie deosebit. Ultima raţiune a formalizării este aceea că ea oferă calea cea mai obiectivă pe care o cunoaştem de a convinge un oponent asupra unei afirmaţii conceptuale. După cum am remarcat deja, larga răspîndire a formalizării în fundamentele matematicii este neîndoielnic răspunzătoare pentru marele progres pe care l-am văzut în această disciplină în ultimul secol. Lingvişti ca Chomsky au introdus un nou aparat formal şi un nou gen de formalizare în analiza psihologică a comportamentului, în special a comportamentului lingvistic. Afirmaţiile suprafanatice şi formal insuportabile care au fost făcute pe urmele acestei introduceri sînt consecinţe naturale ale unei noi şi importante dezvoltări ştiinţifice. Pentru o perioadă îndelungată, ceea ce este mai important şi cu adevărat relevant pentru tema acestui studiu este introducerea ierarhiei gramaticilor şi a automatelor care generează aceste gramatici. Chiar dacă psihologii nu vor să accepte o gramatică care cere un automat cu un număr nelimitat de stări, asemenea, de exemplu, automatelor cerute pentru gramatici arbitrare independente de context (*context-free grammars*), modelele finitare propuse pentru a reflecta performanţa reală a fiinţelor umane pot încă să reflecte multe dintre proprietăţile acestor automate potenţial infinite. Insistenţa lingviştilor, că ei nu vor accepta nimic inferior unei explicaţii complete şi detaliate, se va transforma probabil în cerinţa conceptuală cea mai importantă a psihologiei acestui secol. Dată fiind fortificarea diferitelor poziţii în controversă, eu văd formalizarea explicită a teoriei relevante într-o manieră standard în cadrul teoriei mulţimilor ca singura cale de a soluţiona problemele teoretice, iar analiza formală corespunzătoare a datelor ca singura cale pentru o rezolvare satisfăcătoare a problemelor empirice.

Extinzînd ceea ce am spus la alte domenii ale ştiinţei, să concludem cu un argument transcendental pentru formalizare în ştiinţă. Formalizarea este necesară pentru a se obţine o rezolvare obiectivă a conflictului. Nu există alte mijloace generale pentru a rezolva conflictele conceptuale în ştiinţă. Mai mult, într-o largă varietate de situaţii experimentale, nu există nici o cale de a rezolva obiectiv disputele asupra interpretării datelor cu excepţia folosirii atente şi

Scanned with OKEN Scanner

explicite a metodelor ansambliste ale statisticii matematice contemporane. Dar ceea ce este necesar este în mod necesar dezirabil, şi astfel se întîmplă şi cu formalizarea în ştiinţă.

NOTE

[1] Cîteva rezultate detaliate se găsesc în Patrick Suppes and Richard C. Atkinson, *Markov Learning Models for Multiperson Situation* (Stanford, Calif; University Press, 1960) şi în studiul meu *Stimulus-response Theory of Finite Automata*, care va apărea în *Journal of Mathematical Psychology*.

[2] Adolf Grünbaum, *Philosophical Problems of Space and Time* (New York, Knopf, 1963).

[3] Alfred A. Robb, *Geometry of Time and Space* (New York, Cambridge, 1936).

[4] *Axions for Relativistic Kinematics with or without Parity*, în Leon Henkin, Patrick Suppes and Alfred Tarski (eds.), *The Axiomatic Method with Special Reference to Geometry and Physics*, (Amsterdam: North-Holland, 1959), p. 291—307.

[5] *Causality Implies the Lorentz Group*, în *Journal of Mathematical Physics*, V, 4 (april, 1964), p. 490—493.

[6] *Physies: The Elements* (New York, Cambridge, 1920), p. 396.

[7] Gustav Bergmann and Kennth W. Spence, *The Logic of Psychophysical Measurement*, în *Psychological Review*, LI, 1944. Retipărit în Herbert Feigl and May Brodbeck (eds.), *Readings in the Philosophy of Science* (New York, Appleton — Century-Crofts, 1953), p. 103—119.

[8] *Introduction to Logic* (New York, Van Nostrand, 1957).

[9] Suppes and Joseph L. Zinnes, *Basic Measurement Theory*, în R. D. Lace, R. P. Bush and E. H. Galanter (eds.), *Handbook of Mathematical Psychology*, vol. 1 (New York, Willey, 1963).

[10] Noam Chomsky, recenzia la B. F. Skinner, *Verbal Behavior* (New York, Appleton — Century-Crofts, 1957), *Language* XXXV (1959) 26—58 (a).

[11] Jerrold J. Katz and Paul M. Postal, *An Intergrated Theory of Linguistic Descreptions* (Cambridge, Mass, MIT Press, 1964), p. 174.

[12] Pentru o discuţie mai detaliată a acestei teme, vezi Edward Crothers and Suppes, *Experiments in Second-Language Learning* (New York, Academic Press, 1967), p. 1—25.

[13] Thomas G. Bever, Jerry A. Todor and Merrille Garrett, *A Formal Limitation of Associationism*, în Th. R. Dixon and D. L. Horton (eds.), *Verbal Behavior and General Behavior Theory* (Englewoods Cliffs, New York, Prentice-Hall), 1968.

Scanned with OKEN Scanner

Secţiunea a III-a

EPISTEMOLOGIA MATEMATICII

Scanned with OKEN Scanner

Problemele epistemologice ale matematicii prezintă o valoare generală, interesînd în cel mai înalt grad epistemologia în ansamblul ei. Aceasta, în primul rînd, datorită rolului esenţial al structurilor matematice în constituirea ştiinţei şi a metaştiinţei actuale.

Secolul nostru a fost dominat în filosofia matematicii de înfruntarea celor trei orientări fundamentale: logicismul lui Frege şi Russell, formalismul lui Hilbert şi intuiţionismul lui Brouwer. Progresele acestor orientări pot fi observate urmărind principalele reuniuni internaţionale în care acestea s-au confruntat: Königsberg — 1930 (R. Carnap, J. von Neumann, A. Heyting), Stanford — 1960 (A. Church, P. Bernays, A. Heyting), Bucureşti — 1971 (H. Hermes, G. Kreisel, A. Grzegorczyk, P. Martin-Löf, H. Putnam, J. Shoenfield)[1].

Programul logicist n-a reuşit să-şi realizeze intenţiile lui fundamentale, în primul rînd aceea de a reduce matematica la logică, de a defini toate conceptele matematice în termeni logici şi de a deriva toate afirmaţiile matematice din legi pur logice, aplicînd regulile prestabilite, pur logice de raţionament. Paradoxurile logico-matematice au pus în evidenţă limitările interne ale oricăror sisteme formale, afectînd direct logicismul în măsura în care sistemul formal este un instrument al construcţiei logiciste. Dificultăţi la fel de serioase a întîmpinat logicismul cu problema definirii conceptelor teoriei mulţimilor în termeni logici, a asimilării ideii de mulţime în logică. Reducerea teoriei mulţimilor la logică este limitată şi de prezenţa axiomelor existenţiale, care nu pot fi nicidecum considerate ca prin-

Scanned with OKEN Scanner

cipii logice, ca adevăruri analitice. Însuşi conceptul de analiticitate nu este liber de dificultăţi. Cu toate acestea, logicismul are o deosebită valoare în teoria matematicii, el a produs un progres considerabil în studiul fundamentelor. Reuşita sa necontestată este construcţia *unificată* a logicii şi matematicii, nu reducerea matematicii la logică; el a dezvăluit unele elemente ale raportului matematicii cu logica, dar a ignorat altele la fel de esenţiale.

Epistemologia formalistă iniţiată de Hilbert avea de asemenea un program la fel de cuprinzător, incluzînd ca obiective tehnice majore: (a) demonstrarea consistenţei matematicii clasice folosind metode „finitare" în cadrul unei noi discipline, metamatematica sau teoria demonstraţiei; (b) rezolvarea „problemei deciziei" pentru matematica clasică, adică descoperirea de metode efective capabile să rezolve orice problemă matematică prestabilită într-un număr predeterminat de paşi, sau să demonstreze că ea nu are o soluţie.

Pentru Hilbert, matematica nu se fundează pe logica pură, aceasta din urmă conţinînd ea însăşi presupoziţii matematice. La baza matematicii stau intuiţia semiotică a unor obiecte de un tip special (simbolurile) şi construcţiile finite cu ele. Pentru construcţia în întregime a matematicii care să conserve legile matematice în întreaga lor generalitate este necesară introducerea unor elemente *ideale* neconstructive, neobiectuale, nesemiotice, de tipul infinitului actual, de care se leagă intim toate dificultăţile din fundamentele matematicii. Precizările şi dezvoltările ulterioare ale programului hilbertian (Herbrand, Bernays, Neumann, Curry, Kreisel ş.a.) au fost determinate în primul rînd de descoperirile logico-matematice ale lui Gödel şi Church. Teoremele lui Gödel au arătat că primul obiectiv al programului formalist nu poate fi atins în principiu, deoarece pentru orice teorie matematică netrivială nu poate fi demonstrată consistenţa ei simplă fără a se face apel la teorii mai bogate. Al doilea obiectiv metodologic a fost afectat direct de teorema de indecidabilitate pentru calculul funcţional restrîns demonstrată de Church, rezultat extins succesiv la teorii logice şi matematice superioare.

Evaluarea statutului actual al programului lui Hilbert[2], stabilind imposibilitatea construirii unei demonstraţii abso-

Scanned with OKEN Scanner

lute pentru consistenţa matematicii clasice prin proceduri finitiste, va trebui să ia însă în consideraţie rolul considerabil jucat de metamatematică în dezvoltarea metodelor şi tehnicilor cunoaşterii matematice, în înţelegerea mai adîncă a conceptelor ei, a raportului nivelelor structurale ale matematicii (matematica intuitivă, sistemele formale, metamatematica), a raportului matematicii cu logica : prin Hilbert, logica formală capătă un nou obiect de studiu, sistemele axiomatice deductive, extinzîndu-se într-o metodologie a ştiinţelor deductive.

Intuiţionismul, a treia orientare fundamentală în filosofia matematicii, avînd o intenţie epistemologică mult mai vădită, propune o reformă radicală a matematicii. Aceasta este înţeleasă ca o activitate originară, ireductibilă, de efectuare a unor construcţii intuitive mentale, independente de limbaj şi în acelaşi timp obiective, adică universal-accesibile subiecţilor care experimentează matematica. Criza prin care a trecut matematica şi care s-a manifestat prin apariţia paradoxurilor fundamentelor s-ar datora, după Brouwer, confundării activităţii matematice cu activitatea secundă de consemnare a construcţiilor în protocoale lingvistice, a reducerii matematicii la o dimensiune formală. Pentru depăşirea acestei crize, Brouwer nu ne propune fundarea statu-quo-ului, ca în logicism sau în formalism, prin reducţie la logică sau prin metamatematică, ci reconstrucţia totală a matematicii prin eliminarea afirmaţiilor fără caracter constructiv, şi reformarea logicii matematicienilor prin limitarea aplicării regulilor de operaţie în domeniul totalităţilor infinite. Adevărul matematic este subordonat activităţii : el nu se referă la anumite entităţi, ci la o activitate de construcţie ; orice propoziţie matematică admisă ca adevărată afirmă existenţa unei construcţii ; adevărul matematic este corelat cu existenţa unei demonstraţii constructive.

Pentru a stabili raportul intuiţionismului cu formalismul şi cu logicismul, vom recurge la analizele lui Brouwer privind procesul de formalizare în matematică. Constituirea matematicii formalizate, pe care o expune Brouwer ca o critică directă a formalismului lui Hilbert, comportă următoarele stadii succesive : 1) construcţia sistemelor intuitive de entităţi matematice ; 2) paralela verbală

Scanned with OKEN Scanner

a gîndirii matematice, adică limbajul matematic; 3) analiza matematică a acestui limbaj, conducînd la descoperirea edificiilor verbale stabilite în acord cu principiile logicii; 4) pasul abstractizării față de semnificația elementelor care constituie aceste edificii verbale; sistemele abstracte astfel obținute sînt considerate ca fiind sisteme matematice de ordinul doi; ele sînt identice cu sistemele formale studiate de logica simbolică; 5) introducerea limbajului logicii simbolice care acompaniază construcțiile logice; 6) analiza matematică a limbajului logic, inițiată de Hilbert; 7) alți pași ai abstracției... După Brouwer, matematica este doar primul stadiu al acestui proces; al doilea este un stadiu *practic* inevitabil; celelalte sînt derivate. Cît privește raportul matematicii cu logica, Brouwer crede că matematica este independentă de logică, logica însăși fiind dependentă de gîndirea matematică. Pe baza schemei constituirii matematicii formalizate, Brouwer afirmă că logica se introduce numai în stadiile 2 și 3, stadii care apar însă numai pentru nevoi practice, ele nereprezentînd nici o trăsătură esențială a gîndirii matematice. Criticînd „iluzia libertății logice", Brouwer arată că logica trebuie să se adapteze nevoilor matematicii intuitive.

Evoluția ulterioară a intuiționismului, fără a-i aduce vreo modificare filosofică esențială, l-a apropiat mult de celelalte teorii epistemologice, de matematica și de logica clasică. Logica intuiționistă formalizată de Heyting și-a dezvăluit conexiunile cu logica clasică. Cercetările lui Gödel, M. H. Stone, Tarski au întemeiat posibilitatea intertraductibilității parțiale a rezultatelor matematicii clasice și ale celei intuiționiste. Pe plan metateoretic, Kleene a arătat că concepția semantică a adevărului, și ca urmare toată abordarea semantică corelată, pot fi transferate la matematica intuiționistă fără dificultăți importante, demonstrînd că relațiile dintre matematica intuiționistă și cea clasică nu se limitează la domeniul sintaxei sau al morfologiei logice.

Teoria funcțiilor recursive, a funcțiilor λ-convertibile, a funcțiilor efectiv calculabile pe mașini (trei categorii de funcții echivalente) constituie o ramură strict constructivă a matematicii, dezvoltată independent, dar în climatul intelectual și filosofic al intuiționismului. Teoria

funcţiilor recursive aparţine în egală măsură matematicii clasice şi celei intuiţioniste. Alte rezultate fundamentale ale matematicii actuale, cum ar fi demonstraţia independenţei axiomei alegerii şi a ipotezei continuului (Cohen, 1963, folosind o metodă — a *forcing*-ului — legată de intuiţionism), sau cercetările semantice ale lui Kripke, Beth, Kreisel, Scott au dus la „tocirea" antagonismului dintre intuiţionism şi matematica clasică, dintre epistemologiile matematice, impunînd cooperarea lor. Un argument puternic în favoarea unificării epistemologiei matematicii este derivat de H. Mehlberg[3] din *teorema deducţiei*, descoperită de Herbrand şi Tarski pentru sistemele clasice ale logicii, dar care a fost extinsă în continuare la alte sisteme logice. Această teoremă spune că ori de cîte ori o teoremă matematică T poate fi demonstrată pe baza unei mulţimi finite de axiome A_i ($i = 1, 2, \ldots, n$), atunci condiţionalul $\prod_i^{1,n} A_i \supset T$ (unde $\prod_i^{1,n} A_i$ semnifică conjuncţia logică a axiomelor A_i) este un caz special al unui condiţional „dacă C atunci D", care este atît exprimabil, cît şi demonstrabil în cadrul logicii pure. Teorema deducţiei este valabilă şi pentru teoriile matematice cu mulţimi infinite de axiome. Relevanţa teoremei Herbrand-Tarski pentru apropierea internă a epistemologiilor matematicii constă, după Mehlberg, în aceea că ea ne arată că logica este suficientă pentru a se demonstra orice rezultat pe care matematicianul l-a demonstrat sau îl poate demonstra în cadrul oricărei teorii axiomatizabile. Deci, nu este necesar în nici un stadiu al demonstraţiei matematice un recurs la o intuiţie „extralogică". Teorema deducţiei se aplică atît matematicii clasice, asociată cu logica clasică, cît şi matematicii intuiţioniste, asociată cu un sistem al logicii intuiţioniste. Diferenţele n-ar consta, ca urmare, în matematicile propriu-zise, ci în logicile asociate. Acest fapt îl conduce pe Mehlberg, în condiţiile existenţei mai multor tipuri de logică asociate matematicii, la ideea unui logicism pluralist ca o bază comună pentru epistemologiile actuale ale matematicii.

Apreciind situaţia marilor epistemologii ale matematicii, trebuie, aşadar, să considerăm meritele lor în înţele-

gerea unor aspecte adînci ale cunoaşterii matematice şi, în acelaşi timp, evoluţia lor internă care a apropiat doctrinele originale, conducînd la sedimentarea elementelor unei înţelegeri unitare a matematicii. Această unificare epistemologică este realizată actualmente şi prin alte tendinţe ale teoriei matematicii. Ne referim în primul rînd la încercarea de unificare structuralistă a matematicii ilustrată de opera grupului Bourbaki şi la încercarea mai recentă de a construi o altă teorie a fundamentelor, teoria categoriilor, care să-i ia locul fundaţional teoriei mulţimilor şi, în acelaşi timp, să contribuie la înţelegerea filosofică a matematicii, prin reintegrarea în cercetarea metateoretică a activităţii de construcţie a subiectului. Unificarea teoretică şi epistemologică a matematicii este însă o problemă deschisă. Pînă acum orice teorie creată în speranţa unificării, prin generalizarea sistemelor existente, a dat naştere la noi construcţii şi la noi probleme care au depăşit-o. Noile căi propuse în ultimele decenii, ca şi evoluţia vechilor programe de fundare a matematicii, au demonstrat astfel complexitatea problemelor cu care se confruntă cunoaşterea în acest domeniu, ireductibilitatea activităţii matematice la o singură perspectivă fundaţională, deci necesitatea integrării progresive a multiplelor exigenţe exprimate în diferitele orientări. Înţelegînd relativitatea oricărui program fundaţionist în domeniul cunoaşterii matematice, vom accepta ideea că problema „fundamentelor ultime" ale gîndirii teoretice rămîne totdeauna deschisă. În acest fel, mişcării tehnice în spirală din domeniul teoriilor specializate asupra fundamentelor i se asociază un progres epistemologic evident în înţelegerea naturii teoriilor şi a existenţelor matematice, a raporturilor lor cu realitatea şi cu activităţile omului care le creează.

NOTE

[1] Vezi *Erkenntnis*, II (1931); *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, Stanford University Press, 1962.

[2] G. Kreisel, *Hilbert's Program*, în H. Putnam, P. Benaceraff (eds.), *The Philosophy of Mathematics, Selected readings*, Oxford, 1964.

[3] H. Mehlberg, *The Present Situation in the Philosophy of Mathematics*, în *Logic and Language*, D. Reidel, Dordrecht-Holland, 1962.

ADEVĂR ŞI DEMONSTRABILITATE*

ALFRED TARSKI

Obiectul discuţiei în acest articol îl reprezintă o problemă veche, frecvent analizată în literatura contemporană, nefiind de aceea deloc uşor să se formuleze o contribuţie originală în examinarea ei. Mă tem că, pentru mulţi cititori, nici una dintre ideile expuse în acest articol nu va apărea esenţial nouă. Sper, totuşi, că ei vor fi interesaţi de modalitatea ordonării şi raportării materialului[1].

Prima noastră sarcină constă în explicarea semnificaţiei termenului „adevărat". Această sarcină va fi examinată aici într-un domeniu esenţial limitat. Conceptul de adevăr se întîlneşte în multe contexte diferite şi există cîteva categorii distincte de obiecte cărora le corespunde termenul „adevărat". În discuţiile psihologice putem vorbi despre sentimente adevărate, ca şi despre convingeri adevărate; în reflecţiile din domeniul esteticii poate fi considerat conţinutul adevărat al unui obiect oarecare al artei. În acest articol ne interesează numai ceea ce poate fi numit conceptul logic al adevărului. Mai exact spus, ne vom ocupa exclusiv de sensul termenului „adevărat" cînd acest termen se foloseşte în raport cu enunţurile. Evident, aceasta a fost întrebuinţarea iniţială a termenului „adevărat" în limba umană. Enunţurile sînt tratate aici ca obiecte logice — ca anumite serii de sunete sau de semne scrise (desigur, nu orice asemenea şir reprezintă un enunţ). Mai mult, vorbind de enunţuri, noi avem întotdeauna în vedere enunţurile declarative.

---

* „Voprosî filosofii" nr. 8 din 1972.

Cea mai cunoscută dintre definiţiile filosofice ale conceptului de adevăr a fost, probabil, aceea dată în *Metafizica* lui Aristotel: „Într-adevăr, a spune că existentul nu există sau că inexistentul există, aceasta e fals, iar a spune că existentul există şi inexistentul nu există, aceasta e adevărat"[2].

Conţinutul intuitiv al formulării aristotelice este suficient de clar. Aceasta nu înseamnă că el nu poate fi îmbunătăţit din punctul de vedere al preciziei şi al corectitudinii formale. În particular, această formulare este nemijlocit aplicabilă numai enunţurilor care „spun" despre ceva „că acesta există" sau „că acesta nu există"; în majoritatea cazurilor ar fi însă suficient de greu să se evalueze enunţul în această formă fără a altera semnificaţia lui şi spiritul limbii. Aceasta este, poate, una dintre cauzele pentru care în filosofia contemporană se propun diferite formulări care să substituie pe cea aristotelică. Ca exemplu, putem aduce următoarele formulări:

Enunţul este adevărat dacă el relevă starea de lucruri reală.

Adevărul enunţului constă în acordul (sau corespondenţa) sa cu realitatea.

Datorită folosirii termenilor tehnici ai filosofiei, aceste formulări au o formă prea „savantă". Totuşi, eu n-am sentimentul că aceste formulări noi, dacă sînt analizate mai detaliat, ar apărea mai puţin clare decît formularea propusă de Aristotel[3].

Concepţia adevărului, care şi-a găsit expresia sa în formularea aristotelică (şi în formulările corespunzătoare de provenienţă mult mai tîrzie), este tratată de obicei ca fiind concepţia clasică sau semantică a adevărului. Prin semantică înţelegem acea parte a logicii care, *grosso modo*, consideră relaţiile între obiectele lingvistice (de exemplu enunţurile) şi ceea ce este exprimat prin aceste obiecte. Aspectul semantic al termenului „adevărat" se dezvăluie în mod clar prin explicaţia dată de Aristotel şi prin formulările pe care le vom introduce ulterior în cadrul expunerii noastre. Ne vom strădui să dăm aici o explicaţie mai exactă concepţiei clasice a adevărului, pe care am putea-o substitui formulării aristotelice, păstrîndu-i ideile ei fundamentale. În acest scop trebuie să recurgem la ajutorul

Scanned with OKEN Scanner

unor mijloace tehnice ale logicii contemporane. Va trebui, de asemenea, să determinăm exact limbajul, cu ale cărui enunţuri vom avea de-a face. Aceasta este necesar tocmai deoarece succesiunile de sunete sau de semne, care sînt adevărate sau false, sau, în orice caz, cu semnificaţie într-un limbaj anumit, pot fi expresii fără sens în cadrul altui limbaj.

Să începem cu o problemă simplă: să considerăm un enunţ al limbii române[4], a cărui semnificaţie nu provoacă nici o îndoială, de exemplu, „zăpada este albă". Pentru abreviere, desemnăm acest enunţ prin litera „S", astfel încît indicele „S" devine numele enunţului respectiv. Ne întrebăm: ce avem în vedere atunci cînd spunem că S este adevărat şi ce anume cînd spunem că S este fals? Răspunsul la această întrebare va fi simplu. Spunînd, în sensul explicaţiei aristotelice, că S este adevărat, noi avem în vedere pur şi simplu că zăpada este albă, iar spunînd că S este fals, noi subînţelegem că zăpada nu este albă. Lăsînd la o parte simbolul S, vom obţine următoarele formulări:

(1) „Zăpada este albă" e adevărat, dacă şi numai dacă zăpada este albă.

(1') „Zăpada este albă" e fals, dacă şi numai dacă zăpada nu este albă.

În acest fel, formulările (1) şi (1') asigură explicaţia satisfăcătoare a semnificaţiei termenilor „adevărat" şi „fals", cînd aceşti termeni se corelează cu enunţul „zăpada este albă". Putem să considerăm formulările (1) şi (1') ca definiţii particulare ale termenilor „adevărat" şi „fals", ca definiţiile lor în raport cu enunţul concret dat.

La prima vedere poate părea că formularea (1), atunci cînd ea este privită ca definiţie, manifestă un defect esenţial, larg dezbătut în logica tradiţională — cercul vicios. Baza acestui fapt este aceea că anumite cuvinte, de exemplu „zăpada", se întîlnesc atît în definiens, cît şi în definiendum. Totuşi, de fapt, prezenţa lui acolo are un caracter complet diferit. Cuvîntul „zăpadă" este o parte sintactică (sau organică)a definiensului. Într-adevăr, definiensul este un enunţ, iar cuvîntul „zăpada" este subiectul lui. Definiendumul este, de asemenea, un anumit enunţ, el exprimînd faptul că definiensul este un enunţ adevărat. Subiectul său este denumirea sau numele definiensului,

Scanned with OKEN Scanner

format prin închiderea definiensului între semnele citării (atunci cînd spunem ceva despre un anumit obiect, întrebuinţăm întotdeauna numele acestui obiect, nu obiectul însuşi). Expresia dintre ghilimele trebuie tratată gramatical ca un singur cuvînt, care nu are nici un fel de părţi sintactice. De aceea, în particular, cuvîntul „zăpada", prezent, fără îndoială, în definiendum, nu este o parte sintactică a sa. Logicienii evului mediu ar fi spus că cuvîntul „zăpada" apare în definiens *in suppositione formalis*, iar în definiendum *in suppositione materialis*.

În formularea (1) am aplicat metoda obişnuită de formare a numelor enunţurilor sau a oricăror altor expresii, constînd în închiderea expresiei respective între ghilimele. Această metodă are multe merite, dar ea este de asemenea şi un izvor al multor greutăţi, pe care nu e nevoie să le examinăm aici. În loc să ne ocupăm de analiza acestor greutăţi, vom indica o altă modalitate cu ajutorul căreia se poate îndepărta teama de cerc vicios. Numele (denumirea) oricărei expresii poate fi format prin descrierea expresiei literă cu literă. Folosind această metodă, obţinem în locul formulării (1) următoarea, mai lungă:

(2) Seria de trei cuvinte, primul constînd din literele „Z", „A", „P", „A", „D", „A", al doilea din literele „E", „S", „T", „E", iar al treilea din literele „A", „L", „B", „A", este un enunţ adevărat dacă şi numai dacă zăpada este albă.

Formularea (2) nu se deosebeşte de formularea (1) prin semnificaţie; aceasta din urmă poate fi considerată simplu ca forma prescurtată a formulării (2). Firește, noua formulare este mai puţin clară decît cea anterioară, dar ea are avantajul că nu generează aparenţa cercului vicios.

Definiţiile particulare ale adevărului, analoage formulărilor (1) şi (2), pot fi construite cu acelaşi succes şi pentru alte enunţuri. Fiecare dintre aceste definiţii are forma (3):

P este adevărat dacă şi numai dacă P, unde P desemnează un anumit enunţ, pentru care se construieşte definiţia respectivă.

O atenţie specială trebuie să se acorde acelor situaţii cînd enunţul, care trebuie pus în locul lui P, conţine cuvîntul „adevărat" ca o parte sintactică a sa. Echivalentul corespunzător (3) nu mai poate fi atunci considerat ca o de-

finiţie particulară a adevărului, deoarece, dacă-l tratăm ca definiţie, atunci el va conţine evident un cerc vicios. Dar chiar şi în acest caz formularea (3) are sens. Să ne imaginăm, de exemplu, că într-o anumită carte întîlnim următoarea frază: (4) Nici un enunţ din această carte nu este adevărat. Aplicînd la formularea (4) criteriile aristotelice, vedem că enunţul (4) este adevărat dacă realmente nici un enunţ al respectivei cărţi nu este adevărat, şi el este fals în cazul contrar. Cu alte cuvinte, putem afirma că obţinem enunţul echivalent (3) înlocuind în el pe P prin enunţul (4). Se înţelege, acest echivalent are loc numai în acele condiţii cînd enunţul (4) este sau adevărat, sau neadevărat, dar singur el nu ne permite să rezolvăm problema stării de fapt care are loc în realitate. Pentru a verifica afirmaţia, exprimată în enunţul (4), trebuie citită cu atenţie întreaga carte şi analizat adevărul enunţurilor pe care le conţine.

În lumina consideraţiilor precedente, se poate acum reformula problema noastră principală. Formulăm condiţia: folosirea termenului „adevărat" în raport cu enunţurile limbii române corespunde cu concepţia clasică a adevărului atunci şi numai atunci cînd pentru fiecare enunţ al limbii române are loc echivalenţa de tipul (3). Dacă această condiţie este satisfăcută, putem spune că întrebuinţarea termenului „adevărat" este material adecvată sau, simplu, adecvată. În acest fel, problema noastră principală constă în următoarele: putem oare stabili noi dacă este adecvată aplicarea termenului „adevărat" pentru enunţurile limbii române şi, dacă da, cu ce mijloace? O întrebare analoagă, desigur, se poate pune şi pentru oricare altă limbă. Problema va fi complet rezolvată dacă vom fi în stare să construim o definiţie generală a adevărului, care să fie nu numai formal corectă, ci şi material adecvată.

Pentru anumite enunţuri speciale, construcţia definiţiei generale a adevărului nu reprezintă o greutate deosebită. Vom presupune că ne interesează nu limba română în întregimea ei, ci doar un anumit fragment al ei şi că dorim să definim termenul „adevărat" exclusiv în raport cu enunţurile acestui fragment. Să desemnăm acest fragment prin M. Vom considera că M are reguli sintactice precise, care ne permit să deosebim, în fiecare caz în parte,

Scanned with OKEN Scanner

enunţurile de expresiile care nu sînt enunţuri, şi să considerăm că numărul enunţurilor lui M este finit (deşi, poate, foarte mare). Pregătim o listă completă a tuturor enunţurilor din M, presupunînd, de exemplu, că în limbajul M există 1 000 de enunţuri, şi să convenim folosirea simbolurilor S_1, S_2, ..., S_{1000} ca desemnări prescurtate ale enunţurilor listei respective. Mai departe, pentru fiecare dintre enunţurile S_1, S_2, ..., S_{1000} construim definiţii particulare ale adevărului, punînd succesiv aceste enunţuri în locul lui P în ambele laturi ale schemei (3). În sfîrşit, alcătuim conjuncţia logică a tuturor acestor definiţii particulare, adică le unificăm într-o singură afirmaţie cu ajutorul conectivului „şi". Singurul lucru care a mai rămas de făcut este să se dea conjuncţiei rezultante o formă, logic echivalentă, astfel încît ea să îndeplinească exigenţele formale ale definiţiei date de regulile logice: (5) Pentru fiecare enunţ X (în limbajul M), X este adevărat dacă şi numai dacă

sau S_1 şi X este identic cu S_1,
sau S_2 şi X este identic cu S_2,
. . . . . .
sau, în sfîrşit, S_{1000} şi X este identic cu S_{1000}.

În acest fel, am obţinut o afirmaţie care poate fi considerată definiţia generală căutată a adevărului pentru limbajul M; ea este formal corectă şi material adecvată în sensul că din ea pot fi obţinute drept concluzii definiţiile particulare ale adevărului pentru orice enunţ al limbajului M. Între altele, menţionăm că schema (5) este un enunţ al limbii române, dar, evident, nu este un enunţ al limbii M, deoarece schema (5) conţine toate enunţurile limbii ca părţi proprii, dar nu coincide cu nici unul dintre ele. Discuţia ulterioară va contribui la înţelegerea mai adîncă a acestei situaţii importante.

Din cauze evidente, procedura descrisă mai sus nu poate fi practicată în raport cu limba română în întregul ei. Încercînd să alcătuim lista completă a enunţurilor limbii române, ne vom ciocni de la început de greutatea că regulile gramaticii române (ca şi ale oricărei alte limbi naturale) nu determină forma precisă a expresiilor (serii

de cuvinte), care ar urma să fie considerate ca fiind enunţuri: o anumită expresie, de exemplu, o exclamaţie oarecare, poate să funcţioneze ca enunţ într-un caz dat şi să nu îndeplinească această funcţie în alt caz. Mai mult, mulţimea tuturor enunţurilor limbii române este infinită, cel puţin potenţial infinită. Lăsînd în afară faptul că afirmaţia asupra numărului finit al tuturor enunţurilor, formulate pînă la momentul actual de către oameni în scris sau verbal, ar fi adevărată, nu va întruni, probabil, acordul nimănui ideea că această listă epuizează toate enunţurile limbii române. Dimpotrivă, pare cu totul probabil ca, privind această listă, fiecare dintre noi să poată rosti un asemenea enunţ al limbii române, care să nu figureze în această listă.

Din aceste observaţii nu decurge, desigur, că definiţia căutată a adevărului pentru enunţuri arbitrare ale limbii române nu ar putea fi obţinută într-o altă manieră, care ar folosi alte idei. Există, totuşi, o cauză mai serioasă şi fundamentală, care, după cum vom vedea, pune la îndoială o asemenea posibilitate. Cel mai simplu argument în favoarea unei asemenea presupoziţii este legat de antinomia mincinosului. Antinomia mincinosului are o origine antică. Ea este atribuită de obicei celebrului logician grec Eubulide. Ea a preocupat pe mulţi logicieni ai antichităţii şi a constituit cauza morţii premature a cel puţin unuia dintre ei, şi anume Filet din Cos[5]. În antichitate, în evul mediu şi în epoca modernă au fost descoperite multe alte antinomii. În timp ce multe dintre acestea au fost în momentul actual, în esenţă, uitate, antinomia mincinosului tot se mai analizează şi se mai discută în lucrările recente[6]. Împreună cu anumite antinomii contemporane, descoperite la graniţa secolului nostru (în particular cu antinomia lui Russell), ea exercită o influenţă esenţială asupra dezvoltării logicii contemporane.

În literatura asupra acestui obiect se pot observa două abordări diametral opuse ale antinomiilor. Una dintre abordări este dispreţuitoare, tratîndu-le ca simple născonciri sofistice, create mai ales *pour épater le bourgeois* (pentru a ului pe filistini), ca glume neserioase şi mai degrabă răutăcioase, care nu dovedesc, în cel mai bun caz, decît agerimea autorului lor. Abordarea opusă, caracteristică

pentru anumiţi gînditori ai secolului al XIX-lea şi, într-o măsură mai mică, pentru gînditorii secolului actual, se întemeiază pe convingerea că antinomiile reprezintă un element cu totul esenţial al gîndirii umane, că ele trebuie să apară mereu în activitatea intelectuală şi că prezenţa lor este izvorul fundamental al progresului real. Cum se întîmplă de obicei, adevărul se află, probabil, undeva la mijloc. Ca logician, eu personal nu pot să mă împac cu opinia că antinomiile constituie un element permanent al sistemului cunoaşterii noastre. Totuşi, nici în cea mai mică măsură nu sînt înclinat să tratez dispreţuitor antinomiile. Apariţia antinomiilor este pentru mine un simptom al bolii. Orice antinomie, plecînd de la premise care par intuitiv evidente, prin folosirea formelor de raţionament care par intuitiv indubitabile, ne conduce la un nonsens, la o contradicţie. De fiecare dată cînd se întîmplă aceasta, trebuie să supunem mijloacele noastre de gîndire unei revizuiri fundamentale, să respingem anumite supoziţii în care am crezut şi să perfecţionăm instrumentele folosite în argumentare. Facem aceasta tinzînd nu numai să scăpăm de antinomie, ci şi să nu admitem apariţia altora. În acest scop supunem sistemul nostru de gîndire reformulat verificării cu toate mijloacele de care dispunem şi, înainte de toate, încercăm să reconstruim vechea antinomie în noua situaţie (sperînd, desigur, că această tentativă nu va reuşi). Această verificare reprezintă un obiectiv foarte important al activităţii teoretice, înrudită cu realizarea experimentelor hotărîtoare în ştiinţele empirice.

Să urmărim acum mai amănunţit, din acest punct de vedere, cum s-ar putea înlătura contradicţiile generate de antinomia mincinosului. Soluţia radicală şi cea mai uşoară ar consta în excluderea cuvîntului „adevărat" din lexicul român sau, cel puţin, reţinerea de a-l folosi în orice discuţie serioasă. Acela căruia o asemenea amputare a limbii române îi apare inconsistentă şi nelegică ar fi înduplecat, poate, cu o soluţie de compromis, pe care am putea s-o numim (urmîndu-l pe T. Kotarbinski) „abordarea nihilistă a teoriei adevărului". Conform acestei abordări, cuvîntul „adevăr" nu are nici o semnificaţie independentă, ci poate fi folosit doar ca un component al expresiilor (două): „este adevărat că..." şi „nu este adevărat că...".

Scanned with OKEN Scanner

Aceste expresii sînt tratate astfel încît ele ar reprezenta un singur cuvînt, care nu are nici o parte organică. Semnificaţia atribuită lor este în aşa fel încît ele pot fi eliminate imediat din orice enunţ în cadrul căruia apar. De exemplu, în loc de a spune: „este adevărat că toţi motanii sînt negri", putem să spunem simplu: „toţi motanii sînt negri". Sau în locul lui: „nu este adevărat că toţi motanii sînt negri", putem să spunem: „nu toţi motanii sînt negri".

În alte contexte, cuvîntul „adevărat", după opinia reprezentanţilor acestui punct de vedere, nu are sens. În particular, el nu poate fi folosit ca predicat real material. Întrebuinţînd terminologia logicii evului mediu, putem spune că termenul „adevărat" poate fi folosit sincategorematic în anumite situaţii speciale, dar nu trebuie să-l folosim categorematic. În particular, din punct de vedere „nihilist", enunţurile care conduc la antinomia mincinosului nu pot fi considerate ca enunţuri cu sens, în acest fel antinomia dispărînd automat.

Din păcate, multe dintre cazurile întrebuinţării cuvîntului „adevărat", care par din alte puncte de vedere perfect raţionale şi legice, trebuie în acest fel să fie puse la îndoială.

Se poate arăta uşor că „nihilismul" în teoria adevărului recunoaşte numai în vorbe anumite forme populare ale vorbirii umane, dar în realitate îndepărtează conceptul de adevăr din structura conceptuală a intelectului uman.

De aceea vom considera o altă ieşire din dificultăţi, încercînd să găsim o rezolvare care, în esenţă, conservă integral concepţia clasică a adevărului. Pentru aceasta să analizăm acele însuşiri ale limbajului obişnuit, care constituie izvoarele reale ale antinomiei mincinosului. În acest plan, atenţia este atrasă înainte de toate de o anumită trăsătură a limbilor naturale (colocviale), caracterul lor universal. Se presupune că limba comună trebuie să posede mijloace adecvate pentru exprimarea a ceea ce s-ar putea în general exprima într-un limbaj oarecare. Ea se extinde continuu pentru a răspunde acestei cerinţe. În particular, ea este semantic universală în sensul următor: alături de obiectele lingvistice, cum ar fi enunţurile şi termenii, care sînt componente ale acestei limbi, în ea se includ de asemenea şi numele acestor obiecte; în afară

de aceasta, limba obişnuită conţine termenii semantici „adevăr", „nume", „desemnare", care, direct sau indirect, sînt legaţi de relaţiile dintre obiectele lingvistice şi o anumită realitate extralingvistică. Ca urmare, pentru fiecare enunţ, formulabil în limba naturală, putem să formulăm în aceeaşi limbă un al doilea enunţ cu privire la adevărul sau falsitatea primului. Folosind un „truc" suplimentar, putem chiar să construim în limbă ceea ce uneori se numeşte enunţ autoreferenţial, adică enunţul care afirmă propria sa valoare de adevăr. În acest caz, dacă S afirmă propria sa falsitate, putem demonstra că S este atît adevărat, cît şi fals, ajungînd astfel la antinomia mincinosului.

Totuşi, nu este deloc necesar să se folosească limbile universale în toate situaţiile posibile. Asemenea limbi, în general vorbind, nu sînt necesare pentru scopurile ştiinţei (prin ştiinţă înţeleg aici întreaga sferă a cercetărilor intelectuale). Într-un domeniu particular al ştiinţei, să zicem în chimie, noi considerăm anumite obiecte speciale, cum ar fi elementele chimice, moleculele etc., şi nu obiecte lingvistice, de exemplu enunţuri sau termeni. Limbajul, care corespunde suficient acestei sarcini, este un limbaj limitat, lexicul lui avînd anumite limite. El trebuie să conţină denumirile obiectelor chimice, termeni cum ar fi „element" sau „moleculă", nu însă nume pentru obiectele lingvistice şi, ca urmare, nu trebuie să fie semantic universal. Acelaşi lucru este valabil pentru majoritatea celorlalte domenii ale ştiinţei. Situaţia devine într-o oarecare măsură încurcată atunci cînd ne îndreptăm spre lingvistică. Limbajul lingvisticii, neîndoielnic, trebuie să fie saturat cu numele obiectelor lingvistice, totuşi nu trebuie identificat limbajul lingvisticii cu limbajul sau limbajele care constituie obiectul discuţiilor lingvistice. Limbajul lingvisticii trebuie să conţină numele componentelor lingvistice ale limbajelor considerate, dar nu şi numele propriilor lui componente şi, în acest fel, el din nou nu trebuie să fie universal în planul semantic. Acelaşi lucru este valabil şi în raport cu limbajul logicii sau, mai degrabă, cu al acelei părţi a logicii cunoscută sub numele de metalogică sau metamatematică. În acest caz ne interesează din nou limbajele determinate, înainte de toate, limbajele teoriilor logice şi

Scanned with OKEN Scanner

matematice (deşi, desigur, noi cercetăm aceste limbaje din alt punct de vedere decît acela valabil în cazul lingvisticii).

Apare acum întrebarea : în ce condiţii poate fi stabilită folosirea necontradictorie şi adecvată a noţiunii de adevăr pentru limbajele semantic limitate ale cercetărilor ştiinţifice? Condiţiile principale pe care trebuie să le satisfacă limbajul constau, în primul rînd, în descrierea strict univocă şi exhaustivă a vocabularului limbajului şi, în al doilea rînd, în formularea regulilor sintactice pentru alcătuirea expresiilor cu sens din cuvintele cuprinse în vocabular. Mai mult, regulile sintactice trebuie să fie pur formale, adică să se raporteze numai la forma (genul) enunţurilor ; funcţia şi semnificaţia oricăror expresii trebuie să depindă exclusiv de forma lor. În particular, considerînd o expresie oarecare, trebuie să avem posibilitatea în fiecare caz în parte să determinăm dacă expresia respectivă este un enunţ sau nu. Nu este admis ca o anumită expresie să îndeplinească într-un loc o funcţie enunţiativă, iar o expresie de aceeaşi formă să nu îndeplinească această funcţie în alt loc, sau ca un anumit enunţ să fie afirmat într-un anumit context, în timp ce un enunţ exact de aceeaşi formă să fie negat în alt loc. (De aici, în particular, decurge că prenumele demonstrative şi adverbele, cum ar fi „acesta" şi „aici", nu trebuie incluse în vocabularul limbajului.) Limbajele care răspund acestor exigenţe sînt considerate limbaje formalizate. Cînd se examinează limbajele formalizate, nu este deloc necesar să se facă deosebirea între expresiile uneia şi aceleiaşi forme, scrise sau enunţate în locuri diferite ; adesea vorbim despre ele astfel încît ar reprezenta o unică expresie.

Limbajele formalizate sînt pe deplin adecvate pentru reprezentarea structurii teoriilor logice şi matematice. Nu văd nici un temei pentru care ele nu ar putea fi adaptate folosirii şi în alte discipline ştiinţifice, în special pentru dezvoltarea domeniilor teoretice ale ştiinţelor empirice. Trebuie subliniat că, atunci cînd folosesc termenii „limbaje formalizate", nu am deloc în vedere exclusiv sistemele lingvistice, formulate în principal simbolic, esenţial opuse limbajelor naturale. Dimpotrivă, un real interes îl reprezintă numai asemenea limbaje formalizate care sînt frag-

Scanned with OKEN Scanner

mente ale limbajelor naturale (fragmente, înzestrate cu vocabulare complete și cu reguli sintactice precise) sau acelea care, cel puțin, pot fi adecvat traduse în limbajele naturale.

Există de asemenea cîteva condiții suplimentare de care depinde posibilitatea construirii unei definiții formal-corectă și material-adecvată a mulțimii enunțurilor adevărate ale limbajului. Trebuie, de exemplu, să se introducă o distincție strictă între limbajul care constituie obiectul examinării și pentru care intenționăm să formulăm definiția adevărului, și limbajul în care această definiție va fi formulată și în care vor fi studiate aplicațiile ei. Primul se numește limbaj-obiect, cel de-al doilea, metalimbaj. Metalimbajul trebuie să fie suficient de bogat și, în special, el trebuie să conțină în sine limbajul-obiect ca o parte a sa. Conform condiției adecvării materiale, definiția adevărului trebuie să aibă drept consecințe toate definițiile particulare ale adevărului pentru enunțurile concrete ale limbajului-obiect. Întrucît toate aceste consecințe sînt formulate în metalimbaj, se poate conchide că fiecare enunț al limbajului-obiect trebuie să fie de asemenea și enunț al metalimbajului. Mai mult, metalimbajul trebuie să conțină nume pentru enunțurile (și alte expresii) limbajului-obiect. El trebuie să conțină, de asemenea, anumiți termeni suplimentari, necesari pentru examinarea însușirilor limbajului-obiect, și anumiți termeni care desemnează o anumită mulțime specială de expresii, relațiile dintre expresii și operațiile asupra expresiilor. De exemplu, trebuie să avem posibilitatea de a vorbi de mulțimea tuturor enunțurilor sau de operația reunirii, prin care, punînd două expresii imediat una după alta, vom obține o nouă expresie. În acest fel, metalimbajul, care conține mijloacele suficiente pentru definirea mulțimii enunțurilor adevărate ale unui anumit limbaj, trebuie să fie esențial mai bogat decît limbajul-obiect; el nu poate coincide cu acesta sau să fie traductibil în el, deoarece în caz contrar ambele limbaje se dovedesc semantic universale și se poate reconstrui în amîndouă antinomia mincinosului.

Dacă se realizează toate condițiile descrise mai sus, construirea definiției căutate a adevărului nu întîmpină dificultăți principiale. Totuși, sub raport tehnic, aceasta

este o procedură suficient de complexă, pentru a putea fi explicată amănunţit aici. Pentru orice enunţ dat al limbajului-obiect, putem uşor formula o definiţie particulară de forma (3). Totuşi, întrucît mulţimea tuturor enunţurilor din limbajul-obiect este, normal, infinită, noi nu putem să obţinem definiţia generală doar cu ajutorul conjuncţiei tuturor definiţiilor particulare. În multe cazuri însă este posibil să se construiască definiţia generală.

Vorbind foarte grosier, vom proceda în felul următor: înainte de toate considerăm cele mai simple enunţuri, care nu conţin alte enunţuri ca părţi componente. Pentru aceste enunţuri simple se pot determina condiţiile adevărului lor direct (folosind aceeaşi idee care ne duce la definiţiile particulare). Apoi, folosind regulile sintactice, care se referă la formarea enunţurilor complexe din cele simple, extindem definiţia la orice enunţ compus al limbajului. În acest caz se întrebuinţează metoda, cunoscută de matematicieni ca metodă a definiţiei recursive. Din anumite motive tehnice metoda recursiei se foloseşte pentru definirea noţiunii realizării şi nu a adevărului. Adevărul se defineşte după aceea uşor în termenii realizării.

* * *

În legătură cu această definiţie material-adecvată a adevărului pentru enunţurile oricărui limbaj ştiinţific, un fapt, evident, va fi neîndoielnic: această definiţie nu ne dă un criteriu util, pe baza căruia să se poată determina dacă un anumit enunţ particular al limbajului respectiv este adevărat sau fals (şi ea, desigur, nu a fost predestinată acestui scop). Să considerăm, de exemplu, următorul enunţ: „Cele trei bisectoare ale oricărui triunghi se intersectează într-un punct". Dacă ne interesează problema adevărului acestui enunţ şi ne îndreptăm atenţia pentru a găsi un răspuns la definiţia adevărului, ne aşteaptă o decepţie. Unica informaţie pe care o obţinem va consta în aceea că enunţul respectiv este adevărat în cazul cînd bisectoarele triunghiului se intersectează întotdeauna într-un singur punct, şi fals, dacă ele nu se intersectează întotdeauna într-un punct. Dar numai cercetarea geometrică poate decide cum stă treaba în realitate. Observaţii analoage sînt aplicabile la propoziţiile din domeniul

oricăror altor ştiinţe particulare: rezolvarea problemei dacă un enunţ dat este adevărat sau nu este o sarcină a ştiinţei concrete, şi nu a logicii sau a teoriei adevărului.

Anumiţi filosofi şi metodologi sînt înclinaţi să nege orice definiţie care nu ne dă criterii pentru rezolvarea problemei dacă un obiect particular dat cade sub noţiunea definită sau nu. În metodologia ştiinţelor empirice o asemenea tendinţă este reprezentată de doctrina operaţionalismului. Filosofii-matematicieni, aparţinînd şcolii constructiviste, manifestă, evident, o tendinţă asemănătoare. Totuşi în ambele cazuri oamenii care urmează această concepţie sînt în minoritate. Este suficient de evident că, prin realizarea consecventă a acestui program, multe ramuri ale matematicii contemporane ar trebui să dispară, iar părţile teoretice ale multor ştiinţe empirice (fizica, chimia, biologia) să sufere deformări substanţiale. Definiţiile unor asemenea concepte, ca atomul sau gena, ca şi majoritatea definiţiilor din matematică, nu conţin criterii pentru rezolvarea problemei dacă un oarecare obiect cade sau nu sub termenul definit în acest fel.

Întrucît definiţia adevărului, prin ea însăşi, nu ne asigură criteriul adevărului şi, în acelaşi timp, căutarea adevărului pe drept fiind considerată ca esenţă a activităţii ştiinţifice, problema găsirii cel puţin a unor criterii particulare ale adevărului şi elaborarea procedurilor care să ne permită să recunoaştem sau să negăm adevărul unei cantităţi pe cît posibil de mare de enunţuri, este extrem de importantă. Asemenea proceduri, desigur, sînt cunoscute, unele dintre ele fiind aplicabile exclusiv în ştiinţele empirice, altele, în principal, în ştiinţele deductive. Noţiunea demonstraţiei, a doua noţiune examinată în articolul de faţă, se referă tocmai la procedura stabilirii adevărului enunţurilor în ştiinţele deductive. Această procedură este elementul esenţial al metodei cunoscute sub numele de metoda axiomatică — metoda cel mai larg folosită în epoca actuală pentru elaborarea şi expunerea disciplinelor matematice.

Metoda axiomatică este produsul unei îndelungate evoluţii istorice. Anumite consideraţii asupra acestei evoluţii vor fi, poate, esenţiale pentru înţelegerea noţiunii contemporane a demonstraţiei[7]. Iniţial matematica era

Scanned with OKEN Scanner

o totalitate de enunţuri referindu-se la o anumită clasă de obiecte sau fenomene. Această totalitate nu avea nici o ordine structurală ; enunţurile erau considerate ca adevărate fie pentru că păreau intuitiv evidente, fie pentru că au fost demonstrate pe baza anumitor enunţuri intuitiv evidente (adică dacă s-a demonstrat cu ajutorul unui argument intuitiv indubitabil, că ele sînt consecinţe ale acestor enunţuri). Criteriul demonstraţiei intuitive (şi certitudinea intuitivă a argumentelor) se aplica fără nici o limitare. Fiecare enunţ admis ca adevărat pe baza acestui criteriu era inclus automat în respectiva disciplină matematică. Această descriere corespunde, de exemplu, geometriei în acea formă în care ea a fost cunoscută egiptenilor antici şi grecilor dinaintea perioadei lui Euclid.

Totuşi, s-a înţeles repede că criteriul demonstraţiei intuitive este cu totul departe de a fi infailibil, adesea ducînd la greşeli serioase. Dezvoltarea metodei axiomatice poate fi considerată ca expresie a tendinţei de a se limita apelul la evidenţa intuitivă. Această tendinţă se manifestă înainte de toate în încercarea de a se demonstra cît este posibil de multe enunţuri şi, ca urmare, de a se limita, pe cît este posibil, numărul enunţurilor admise ca adevărate numai pe baza evidenţei intuitive. Ideal ar fi, din acest punct de vedere demonstrarea adevărului oricărui enunţ care este admis ca adevărat. Din motive pe deplin evidente acest ideal nu poate fi realizat : noi demonstrăm orice enunţ pe baza altor enunţuri, iar aceste alte enunţuri pe baza altor enunţuri ş.a.m.d. Dacă dorim să evităm atît cercul vicios, cît şi regresul la infinit, trebuie să întrerupem undeva această procedură.

Ca un compromis între idealul intangibil şi posibilităţile realizabile au apărut două principii care au fost consecvent aplicate în construcţia disciplinelor matematice. Conform primului dintre aceste principii, fiecare disciplină începe cu enumerarea unei mulţimi nu prea mare de enunţuri, numite axiome sau enunţuri iniţiale, care sînt considerate intuitiv evidente şi sînt admise ca adevărate fără nici o altă confirmare. Conform celui de-al doilea principiu, nici un enunţ din cadrul disciplinei respective nu este considerat adevărat pînă cînd nu sîntem în stare să-l demonstrăm exclusiv cu ajutorul axiomelor şi al acelor

Scanned with OKEN Scanner

enunţuri care au fost demonstrate mai înainte. Toate acele enunţuri admise ca adevărate pe baza acestor două principii se numesc teoreme sau enunţuri demonstrate ale disciplinei date. Două principii analoage se referă la întrebuinţarea termenilor în construirea disciplinelor: conform primului dintre ele, la început se enumeră o mulţime redusă de termeni, numiţi termeni nedefiniţi sau primitivi, care sînt consideraţi nemijlocit înţeleşi şi pe care decidem să-i folosim (pentru formularea şi demonstrarea teoremelor) fără a le explica semnificaţia. Conform celui de-al doilea principiu, convenim să nu folosim nici un fel de termeni suplimentari dacă nu sîntem în stare să le explicăm semnificaţia lor cu ajutorul termenilor primitivi nedefiniţi şi a termenilor deja definiţi.

Aceste patru principii sînt pietrele unghiulare ale metodei axiomatice, iar disciplinele elaborate în conformitate cu aceste principii se numesc teorii axiomatice.

Pînă aproape de sfîrşitul secolului al XIX-lea, noţiunea demonstraţiei avea, în principal, un caracter psihologic. Demonstraţia era considerată o anumită activitate intelectuală, al cărui scop era convingerea personală şi a altora de adevărul enunţului examinat. Asupra argumentelor, folosite în demonstraţii, nu se puneau nici un fel de limitări, cu excepţia faptului că ele trebuiau să fie intuitiv convingătoare. Totuşi într-o anumită perioadă a început să se simtă necesitatea supunerii noţiunii demonstraţiei unei analize mai adînci, care a avut ca rezultat limitarea apelului la evidenţa intuitivă în contextul dat. Aceasta a fost, probabil, legată de dezvoltarea unor anumite orientări speciale în matematică, în special de descoperirea geometriilor neeuclidiene. Această analiză a fost realizată de logicieni, începînd cu G. Frege, şi ea a condus la introducerea unei noi noţiuni — noţiunea demonstraţiei formale, care s-a dovedit un substitut adecvat şi o desăvîrşire esenţială a vechii noţiuni psihologice.

Primul pas în înzestrarea teoriei matematice cu noţiunea demonstraţiei formale îl reprezintă formalizarea limbajului acestei teorii, în sensul deja discutat în legătură cu definiţia adevărului. Ca rezultat al formalizării se obţin reguli sintactice formale care permit, în particular, să se separe numai după forma expresiilor enunţurile de

Scanned with OKEN Scanner

acele expresii care nu sînt enunţuri. Următorul pas constă în formularea cîtorva reguli de demonstraţie (sau de deducţie). Numărul regulilor de demonstraţie va fi mic, iar conţinutul lor va fi necomplicat. Intuitiv, toate aceste reguli de demonstraţie sînt infailibile, în sensul că un enunţ care se deduce într-o manieră directă din enunţuri adevărate cu ajutorul uneia dintre aceste reguli trebuie să fie el însuşi adevărat. În realitate, se dovedeşte că infailibilitatea regulilor de deducţie poate fi stabilită pe baza definiţiei adecvate a adevărului. Cea mai cunoscută şi mai importantă regulă de demonstraţie este regula detaşării (*modus ponens*). Conform acestei reguli (care în anumite teorii este singura regulă de demonstraţie), enunţul q este direct deductibil din două enunţuri date, dacă unul dintre acestea este enunţul condiţional de forma „dacă p, atunci q", în timp ce al doilea este p (aici p şi q sînt, ca de obicei, desemnări abreviate ale unor enunţuri oarecare ale limbajului formalizat).

Acum se poate explica în ce constă demonstraţia formală a enunţurilor. La început se aplică regulile de deducţie la axiome şi se obţin noi enunţuri, direct deductibile din axiome. După aceea regulile se aplică noilor enunţuri (sau, împreună, noilor enunţuri şi axiomelor) şi se obţin noi enunţuri ş.a.m.d. Dacă după un număr finit de paşi ajungem la un anumit enunţ, atunci vom spune că el este demonstrat formal. Această procedură se poate exprima mai exact în felul următor: demonstraţia formală a enunţului S constă în construcţia unei serii finite de enunţuri, astfel încît (i) primul enunţ este o anumită axiomă a limbajului, (ii) oricare dintre enunţurile următoare este sau o anumită axiomă, sau este direct dedus cu ajutorul uneia dintre regulile de deducţie dintr-un anumit enunţ care îl precedă în această serie, şi (iii) ultimul enunţ al acestei serii este S.

Orice teorie axiomatică al cărei limbaj este formalizat şi pentru care este valabilă noţiunea demonstraţiei formale se numeşte teorie formalizată. Stipulăm, ca o condiţie specială, că unica demonstraţie care se poate folosi în teoriile formalizate este demonstraţia formală. Nici un enunţ nu poate fi considerat ca teoremă dacă el nu a apărut în lista axiomelor sau dacă pentru el nu se poate

Scanned with OKEN Scanner

găsi o demonstraţie formală. Metoda enunţării teoriei formalizate la fiecare stadiu al dezvoltării ei este, în principiu, foarte elementară: la început enumerăm axiomele, iar după aceea toate teoremele cunoscute într-o asemenea ordine, încît orice enunţ din listă, care nu este o anumită axiomă, poate fi direct stabilit ca teoremă numai prin compararea formei lui cu forma enunţurilor care-l precedă în listă, fără a apela pentru aceasta la tipurile complexe de cugetare şi de convingere. (Aici nu vorbim de procesul gnoseologic prin care s-au descoperit de fapt teoremele.) Ca rezultat, recursul la evidenţa intuitivă se limitează esenţial; îndoiala cu privire la adevărul teoremei, deşi nu se elimină în întregime, se reduce totuşi la îndoielile posibile cu privire la adevărul unui mic număr de enunţuri, enumerate în calitate de axiome, şi la îndoielile faţă de infailibilitatea regulilor de demonstraţie, şi ele în număr mic. Putem adăuga că procesul introducerii de noi termeni în limbajul teoriei poate de asemenea să fie formalizat cu ajutorul unor reguli formale speciale de formare a definiţiilor.

Neîndoielnic, a fost o mare cucerire a logicii contemporane înlocuirea vechii noţiuni psihologice a demonstraţiei cu o noţiune precisă, simplă, de un caracter pur formal; dar tocmai simplitatea noii noţiuni s-a dovedit a fi călcîiul lui Ahile.

Pentru a aprecia noţiunea demonstraţiei formale, trebuie să explicăm relaţia sa cu noţiunea adevărului. Înainte de toate, demonstraţia formală este o procedură prin care se tinde să se obţină noi enunţuri adevărate. O asemenea procedură va fi adecvată numai în acel caz, dacă toate enunţurile obţinute cu ajutorul demonstraţiei vor fi adevărate, iar toate enunţurile adevărate pot fi demonstrate. În acest fel, în mod natural apare problema: este de fapt demonstraţia formală o procedură adecvată pentru obţinerea adevărului? Cu alte cuvinte, coincide oare mulţimea tuturor enunţurilor (formal) demonstrate cu mulţimea tuturor enunţurilor adevărate?

Să considerăm această problemă în cazul unei discipline matematice particulare foarte elementare, şi anume, aritmetica numerelor naturale (teoria elementară a nu-

Scanned with OKEN Scanner

merelor). Presupunem că această disciplină reprezintă o teorie formalizată. Vocabularul teoriei constă din variabile, cum ar fi m, n, p... reprezentînd numere naturale arbitrare, din cifre 0,1, 2... desemnînd numere concrete, din simboluri care desemnează anumite relaţii obişnuite între numere şi operaţiile asupra numerelor, de exemplu $=$, $<$, $>$, $+$, $-$, şi, în sfîrşit, din anumiţi termeni logici — conectivii propoziţionali („şi", „sau", „dacă", „nu") şi cuantificatorii (expresii de tipul „oricare număr", „există un anumit număr n"), reguli sintactice şi reguli de deducţie.

Din primul paragraf ştim că, luînd limbajul considerat ca limbaj-obiect, putem să construim un metalimbaj corespunzător şi să formulăm în el o definiţie material adecvată a adevărului. Aceasta ne permite să afirmăm că toate enunţurile, definibile cu ajutorul acestei definiţii, constituie mulţimea enunţurilor adevărate. De fapt, definiţia afirmă că anumite condiţii, formulate în metalimbaj, sînt îndeplinite de toate elementele acestei mulţimi, adică toate enunţurile adevărate, şi numai de ele. Şi mai uşor se poate formula în metalimbaj mulţimea enunţurilor demonstrate (definiţia corespunde perfect cu explicaţia noţiunii demonstraţiei formale, care a fost dată în al doilea paragraf). Mai strict vorbind, atît definiţia adevărului, cît şi aceea a demonstraţiei aparţin unei noi teorii, formulabilă în metalimbaj şi special destinată studierii limbajului aritmetic formalizat. Noua teorie se numeşte metateorie sau, mai precis, metaaritmetică. Nu vom urmări aici în detaliu acel drum prin care se construieşte metateoria, axiomele ei, termenii nedefiniţi ş.a.m.d. Atragem numai atenţia asupra faptului că în cadrul acestei metateorii formulăm şi rezolvăm problema coincidenţei mulţimii enunţurilor demonstrabile cu mulţimea enunţurilor adevărate.

În lucrarea noastră *Conceptul de adevăr în limbajele formalizate* s-a arătat că soluţia problemei este negativă. Dăm aici o descriere doar aproximativă a acelei metode cu ajutorul căreia a fost obţinută această demonstraţie. Ideea fundamentală a demonstraţiei este strîns legată cu acea idee pe care s-a întemeiat Gödel în studiul său celebru asupra incompletitudinii teoriilor formale[8].

În primul paragraf s-a observat că metalimbajul, care ne permite să definim şi să examinăm conceptul de adevăr, trebuie să fie suficient de bogat. El conţine întregul limbaj-obiect ca o parte a sa, şi de aceea putem vorbi în el despre numerele naturale, relaţiile între numere etc. Dar el conţine de asemenea şi termenii necesari pentru examinarea însuşirilor limbajului-obiect şi a componenţilor lui. Ca urmare, putem vorbi în metalimbaj despre expresii şi, în special, despre enunţuri, despre mulţimi de enunţuri, despre relaţiile dintre enunţuri etc. De aceea în metateorie putem să studiem însuşirile acestor tipuri diferite de obiecte şi să stabilim legături între ele. Folosind descrierea enunţurilor obţinute cu ajutorul regulilor sintactice ale limbajului-obiect, este uşor să se dispună toate enunţurile (de la cele simple la cele mai complexe) într-o serie infinită şi ca urmare să fie enumerate. Punem în corespondenţă fiecărui enunţ un număr natural, astfel încît două numere vor corespunde la două enunţuri diferite. Cu alte cuvinte, stabilim o corespondenţă biunivocă între enunţuri şi numere. Aceasta, la rîndul ei, conduce la o corespondenţă asemănătoare între mulţimea enunţurilor şi mulţimea numerelor, ca şi la o corespondenţă între relaţiile dintre enunţuri şi relaţiile dintre numere. În particular, putem considera numerele enunţurilor demonstrate şi numerele enunţurilor adevărate. Pentru abreviere, le vom numi numerele demonstrabile şi numerele adevărate. Problema noastră principală se reduce atunci la întrebarea: sînt oare identice mulţimea numerelor demonstrabile şi mulţimea numerelor adevărate?

Răspunsul la această întrebare va fi negativ. Evident, este suficient să fie arătată o singură însuşire care aparţine unei mulţimi şi nu aparţine celeilalte. Însuşirea pe care o descoperim poate fi una neaşteptată, apărînd ca *deus ex machina*.

Simplitatea internă a demonstraţiei formale şi a demonstrabilităţii (formale) va juca aici un rol fundamental. Am văzut, în al doilea paragraf, că semnificaţia acestor noţiuni se explică, esenţial, cu ajutorul cîtorva relaţii simple dintre enunţuri, stabilite cu ajutorul cîtorva reguli de demonstraţie. Cititorul îşi poate aminti aici de regula *modus ponens*. Relaţiile corespunzătoare între numerele enunţurilor

sînt precise şi simple; se arată că ele pot fi caracterizate cu ajutorul celor mai simple operaţii şi relaţii aritmetice, cum ar fi adunarea, înmulţirea şi egalitatea, adică pot fi caracterizate în termenii teoriei noastre aritmetice. Ca urmare, mulţimea numerelor demonstrabile poate fi caracterizată în acelaşi fel, deşi această mulţime a fost iniţial definită în metalimbaj (sprijinindu-ne pe mulţimea corespunzătoare a enunţurilor demonstrabile). Această definiţie poate fi înlocuită cu una dintre echivalentele ei formulate în limbajul-obiect.

Pe de altă parte, examinarea conceptului de adevăr în limbajele comune conduce hotărît la teza că nici o asemenea traducere pentru definiţia adevărului nu trebuie să se obţină, deoarece în cazul contrar s-a arătat că limbajul-obiect este într-un sens anumit semantic universal, şi aceasta constituie din nou o ameninţare cu apariţia antinomiei mincinosului. Se confirmă această teză demonstrînd că, dacă mulţimea numerelor adevărate ar putea fi tradusă în limbajul aritmeticii, atunci antinomia mincinosului ar apare şi în acest limbaj. Totuşi, întrucît acum avem de-a face cu limbaje formale limitate, antinomia va avea o formă mult mai exactă (în comparaţie cu formularea obişnuită a antinomiei mincinosului).

În acest fel, mulţimea numerelor demonstrabile nu coincide cu mulţimea numerelor adevărate, întrucît prima este definibilă în limbajul aritmeticii, pe cînd cea de-a doua nu este definibilă în acest limbaj. Ca urmare, mulţimea enunţurilor demonstrabile şi cea a enunţurilor adevărate nu coincid reciproc. Pe de altă parte, folosind definiţia adevărului, arătăm uşor că toate axiomele aritmeticii sînt adevărate şi toate regulile de demonstraţie sînt infailibile. Ca urmare, toate enunţurile demonstrabile sînt adevărate, în timp ce propoziţia reciprocă nu este valabilă. Ajungem astfel la concluzia că există enunţuri formulabile în limbajul aritmeticii care sînt adevărate, dar nu pot fi demonstrate formal pe baza axiomelor şi a regulilor de deducţie acceptate în aritmetică.

S-ar putea crede că această concluzie depinde în mod esenţial de axiomele şi de regulile de deducţie speciale alese pentru teoria aritmetică şi că rezultatul final al discuţiei ar putea fi altul dacă am îmbogăţi teoria într-un mod

Scanned with OKEN Scanner

corespunzător, introducînd noi axiome sau noi reguli de deducţie. Totuşi, o analiză mai profundă arată că concluzia depinde foarte puţin de însuşirile specifice ale teoriei examinate şi că ea se extinde şi asupra majorităţii celorlalte teorii formalizate. Presupunînd că o anumită teorie include în ea aritmetica numerelor naturale (sau cel puţin se poate reconstrui aritmetica în ea), putem să repetăm partea esenţială a argumentaţiei într-o formă practic neschimbată. În acest fel ajungem din nou la concluzia că mulţimea enunţurilor demonstrabile ale teoriei date diferă de mulţimea enunţurilor adevărate. Mai mult, dacă putem să arătăm (cum se întîmplă adesea) că toate axiomele teoriei sînt adevărate şi toate regulile de deducţie infailibile, atunci concludem, mai departe, că în teoria dată există enunţuri adevărate care nu sînt demonstrabile. Excluzînd cîteva teorii elementare, concluzia necoincidenţei conceptelor de adevăr şi demonstrabilitate este valabilă pentru toate celelalte teorii formalizate şi, ca urmare, are aproape un caracter universal.

Rolul dominant pe care în argumentarea generală îl are antinomia mincinosului pune într-o lumină interesantă observaţia, făcută în primul paragraf, cu privire la rolul antinomiei în istoria gîndirii umane. Antinomia micinosului a apărut la începutul discuţiei noastre ca un gen al unei forţe rele, posedînd o mare energie distrugătoare. Ea ne silea să alungăm toate încercările explicaţiei conceptului de adevăr pentru limba naturală, constrîngîndu-ne să ne limităm la limbajele formalizate ale disciplinelor ştiinţifice. Ca o garanţie împotriva apariţiei posibile a acestei antinomii a trebuit să complicăm substanţial discuţia, introducînd distincţia între limbaj şi metalimbaj. Totuşi, în cele din urmă, în noul domeniu limitat s-au dovedit posibile „îmblînzirea" energiei distructive şi folosirea ei în scopuri paşnice, constructive: antinomia nu mai apare, dar ideea ei de bază se foloseşte pentru obţinerea unor rezultate metodologice esenţiale, cu implicaţii care merg foarte departe.

Faptul că urmările filosofice ale acestui rezultat au un caracter negativ nu poate micşora în nici un fel semnificaţia sa. Acest rezultat indică faptul că, în sfera matematicii, noţiunea demonstraţiei nu este un substitut complet

Scanned with OKEN Scanner

al noţiunii de adevăr. Credinţa în demonstraţia formală ca instrument adecvat pentru stabilirea adevărului tuturor afirmaţiilor matematice este neîntemeiată. După triumful iniţial al metodelor formale urmează dificultăţi serioase.

Conceptul de adevăr pentru teoriile formalizate poate fi introdus cu ajutorul unei definiţii material adecvate şi formal corecte. Din această cauză, el poate fi folosit fără nici un fel de limitări şi clauze în discuţiile metateoretice. Conceptul de adevăr a devenit realmente noţiunea metalogică fundamentală, conducînd la probleme şi rezultate extrem de importante. Pe de altă parte, conceptul demonstraţiei şi-a păstrat de asemenea semnificaţia sa. Demonstraţia este încă unica metodă folosită pentru afirmarea adevărului enunţurilor în cadrul oricărei teorii matematice. Acum sîntem însă conştienţi de faptul că există enunţuri, formulabile în limbajul unei anumite teorii, care sînt adevărate, dar nedemonstrabile, şi nu putem să nu luăm în considerare posibilitatea ca asemenea enunţuri să se afle şi printre acelea de care sîntem interesaţi şi pe care încercăm să le demonstrăm. Ca urmare, în anumite situaţii, în mod inevitabil ne apare necesitatea lărgirii mulţimii enunţurilor demonstrabile. În acest scop vom îmbogăţi teoria respectivă incluzînd noi enunţuri în sistemul axiomelor ei şi introducînd noi reguli de demonstraţie. Pentru realizarea acestui fapt ne vom folosi de noţiunea adevărului ca un ghid indispensabil, deoarece tindem să adăugăm noi axiome sau noi reguli de demonstraţie numai în acel caz cînd avem temeiul să admitem că noile axiome sînt enunţuri adevărate sau că noile reguli de demonstraţie, dacă vor fi aplicate la enunţuri adevărate, nu pot să conducă la enunţuri false.

În teoria îmbogăţită, mulţimea enunţurilor demonstrabile este mai largă decît în teoria iniţială, dar ea totuşi nu conţine toate enunţurile adevărate. Acest proces de extindere a teoriei poate fi repetat, desigur, de un număr infinit de ori. Conceptul mulţimii enunţurilor adevărate funcţionează, în acest fel, ca o limită ideală, care nu poate fi atinsă niciodată, dar către care încercăm să ne apropiem prin extinderea succesivă a mulţimii enunţurilor

Scanned with OKEN Scanner

demonstrabile. (Probabil, conceptul de adevăr, deşi din alte cauze, joacă un rol analog şi în sfera cunoaşterii empirice.) În istoria matematicii nu există un conflict între conceptele de adevăr şi demonstrabilitate.

NOTE

[1] Examinarea detaliată a obiectului poate fi cunoscută după monografia autorului *Conceptul de adevăr în limbajele formalizate*, inclusă în cartea *Logică, semantică, metamatematică*, (A. Tarski, *Logic, Semantics, Metamatematics*, Papers from 1923 to 1938, Oxford, 1956, p. 152—278). Cititorul poate obţine de asemenea informaţii bibliografice mai amănunţite din acest studiu. Împotriva ideilor formulate aici s-au adus diferite obiecţii, multe dintre ele fiind examinate în lucrarea mea *Concepţia semantică a adevărului şi fundamentele semanticii* (A. Tarski, *The Semantic Conception of Truth and the Foundations of Semantics*, în *Philosophy and Phenomenological Research*, 1944, vol. 4, p. 341—376).

[2] Aristotel, *Metafizica*, IV, 101 b 20; Aici şi în consideraţiile ulterioare, cuvîntul „fals" înseamnă acelaşi lucru ca şi expresia „neadevărat" şi poate fi înlocuit de aceasta.

[3] În literatura filosofică contemporană sînt exprimate şi alte concepţii şi teorii asupra adevărului, cum ar fi concepţia utilităţii şi teoria coerenţei, aceste concepţii au un caracter exclusiv normativ fiind slab legate cu utilizarea reală a termenului „adevărat". Nici una dintre ele nu a fost formulată pînă acum cu o claritate şi precizie suficientă. Ele nu vor fi cercetate în acest articol.

[4] La autor, aici şi în alte locuri analoage este vorba despre expresiile corespunzătoare ale limbii engleze.

[5] Vezi B. Mates, *Stoic Logic*, Berkeley and Los Angeles, 1953; în special p. 42, 84.

[6] Examinarea ei exhaustivă se poate găsi în cartea cuprinzătoare: F. Rivetti Barbo, *Antinomia del mentitore nel pensiero contemporaneo. Da Peirce a Tarski*, Milan, 1961.

[7] Ideile expuse în ultimul paragraf al acestui articol au fost mai amănunţit examinate în cartea mea *Introducere în logica şi metodologia ştiinţelor deductive. N.Y., Oxford Univ. Press.* 1941. Anumite idei foarte apropiate au fost exprimate în literatura mai veche. De exemplu, în articolul lui B. Pascal *De l'ésprit geometrique et de l'art de pérsuader*, în B. Pascal. *Oeuvres complètes*, Paris, 1954.

[8] K. Gödel, *On Formally Indecidable Propositions in the Principia Mathematica and Related Systems*, în *The Indecidable*, New York, 1965, p. 5—58.

Scanned with OKEN Scanner

CE ESTE PROBLEMA CONTINUULUI A LUI CANTOR?*

KURT GÖDEL

1. CONCEPTUL DE NUMĂR CARDINAL

Problema continuului lui Cantor este pur şi simplu întrebarea: cît de multe puncte există pe o linie dreaptă în spaţiul euclidian? O întrebare echivalentă este: cît de multe mulţimi diferite de întregi există?

Această întrebare, desigur, poate apărea numai după ce conceptul de „număr" a fost extins la mulţimi infinite, deci ne putem îndoi dacă această extensie poate fi făcută într-o manieră unic determinată şi dacă, de aceea, formularea problemei în termenii simpli folosiţi mai sus este justificată. O examinare mai atentă, totuşi, arată că definiţia lui Cantor a numerelor infinite are realmente acest caracter de unicitate. Pentru că orice ar putea însemna „numărul" aplicat la mulţimi infinite, noi în mod cert dorim să aibă proprietatea ca numerele obiectelor care aparţin aceleiaşi clase să nu se modifice dacă, păstrînd aceleaşi obiecte, schimbăm în orice fel proprietăţile sau relaţiile lor reciproce (ex. culoarea sau distribuţia lor în spaţiu). Din aceasta decurge imediat că două mulţimi (cel puţin două mulţimi de obiecte modificabile în universul spaţiu-temporal) vor avea acelaşi număr cardinal dacă elementele lor pot fi puse într-o corespondenţă 1—1, ceea ce reprezintă definiţia lui Cantor a egalităţii numerelor. Deoarece, dacă există o asemenea corespondenţă pentru două mulţimi A şi B este posibil (cel puţin teoretic) să

---

* Kurt Gödel, *What is Cantor's continuum problem?* Versiune revizuită şi extinsă a unui studiu din *American Mathematical Monthly*, 54(1947), 515—525, apărută în H. Putnam, P. Benaceraff, *The Philosophy of Mathematics — Selected readings*. Basil Blackwell, Oxford, 1964, by Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

Scanned with OKEN Scanner

modificăm proprietăţile şi relaţiile fiecărui element al lui A în acelea ale elementului corespunzător lui B, prin care A este transformat într-o mulţime complet indistinctă de B, deci cu acelaşi număr cardinal. De exemplu, admiţînd un pătrat şi un segment de linie umplute ambele complet cu mase punctuale (astfel încît în fiecare punct al lor este situat exact o masă punctuală), urmează, datorită faptului demonstrabil că există o corespondenţă 1—1 între punctele unui pătrat şi ale unui segment de linie, şi, ca urmare, şi între masele punctuale corespunzătoare, că masele punctuale ale pătratului vor fi rearanjate pentru a umple exact un segment de linie, şi viceversa. Asemenea consideraţii, este adevărat, se aplică direct numai la obiectele fizice, dar o definiţie a conceptului de „număr" care ar depinde de genul de obiecte care sînt urmărite ar putea fi cu greu considerată ca satisfăcătoare.

Astfel, cu greu rămîne vreo altă alegere decît acceptarea definiţiei lui Cantor a egalităţii între numere, care se poate uşor extinde la definiţia lui „mai mare" şi „mai mic" pentru numere infinite, stipulînd că numărul cardinal M al unei mulţimi A se va numi mai mic decît numărul cardinal N al unei mulţimi B dacă M este diferit de N dar egal cu numărul cardinal al unei anumite submulţimi a lui B. Că un număr cardinal avînd o anumită proprietate există, aceasta înseamnă, prin definiţie, că există o mulţime cu un asemenea număr cardinal. Pe baza acestor definiţii, devine posibil să se demonstreze că există infinit de multe numere cardinale sau „puteri" infinite diferite şi că, în particular, numărul submulţimilor unei mulţimi este întotdeauna mai mare decît numărul elementelor ei; mai departe, devine posibil să se extindă (din nou nearbitrar) operaţiile aritmetice la numere infinite (incluzînd sume sau produse cu orice număr infinit de termeni sau factori) şi să se demonstreze practic toate regulile obişnuite ale calculului.

Dar, chiar după aceasta, problema identificării numărului cardinal al unei mulţimi individuale, cum ar fi continuul linear, nu va fi bine definită dacă nu există o anumită prezentare sistematică a numerelor cardinale infinite comparabilă cu notaţia decimală a întregilor. O asemenea reprezentare sistematică există totuşi datorită teoremei că pentru orice număr cardinal şi orice mulţime de numere

Scanned with OKEN Scanner

cardinale[1] există exact un număr cardinal imediat succedînd ca mărime şi că numărul cardinal al oricărei mulţimi apare în seria astfel obţinută[2]. Această teoremă face posibil să se denoteze numărul cardinal care succedă imediat mulţimii numerelor finite prin $\aleph_0$ (care este puterea mulţimilor „numerabil infinite"), următorul prin $\aleph_1$ etc.; pe cel care succedă imediat pe toate $\aleph_i$, unde i este un întreg, prin $\aleph_\omega$ următorul prin $\aleph_{\omega+1}$ etc. Teoria numerelor ordinale oferă mijloacele pentru extinderea acestei serii în continuare.

2. PROBLEMA CONTINUULUI, IPOTEZA CONTINUULUI ŞI REZULTATELE PARŢIALE PRIVIND ADEVĂRUL EI OBŢINUTE PÎNĂ ACUM

Astfel, analiza expresiei „cît de mulţi" conduce neambiguu la un sens definit al întrebării formulate în al doilea rînd din acest studiu: Problema este de a găsi care dintre numerele $\aleph$ este numărul punctelor pe o linie dreaptă sau (ceea ce este acelaşi lucru) al oricărui alt continuu (de orice număr de dimensiuni) într-un spaţiu euclidian. Cantor, după ce a demonstrat că acest număr este mai mare ca $\aleph_0$, a făcut ipoteza că el este $\aleph_1$. O propoziţie echivalentă este aceasta: Orice submulţime infinită a continuului are puterea sau a mulţimii întregilor sau a întregului continuu. Aceasta este ipoteza continuului a lui Cantor.

Dar, deşi teoria mulţimilor a lui Cantor are acum o dezvoltare de mai mult de 70 de ani şi problema este evident de o mare importanţă pentru ea, nimic nu s-a demonstrat pînă acum asupra întrebării care este puterea continuului sau dacă submulţimile lui satisfac condiţia formulată, exceptînd (1) că puterea continuului nu este un număr cardinal de un anumit gen special, anume nu este o limită a numerabil de multe numere cardinale mici[3] şi (2) că propoziţia menţionată asupra submulţimilor continuului este adevărată pentru o anumită parte infinitezimală a acestor submulţimi, mulţimile[4] analitice[5]. Nici chiar o margine superioară, oricît de mare, nu poate fi atribuită puterii continuului. Nici calitatea numărului cardinal al continuului nu este mai bine cunoscută decît cantitatea lui. Nu este decis dacă acest număr este regulat sau

singular, accesibil sau inaccesibil, şi (cu excepţia rezultatului negativ al lui König) care este caracterul limitării lui (vezi nota 4). Singurul lucru cunoscut, în plus faţă de rezultatele deja menţionate, este un mare număr de consecinţe, şi cîteva propoziţii echivalente cu conjectura lui Cantor[6].

Acest eşec pronunţat devine şi mai izbitor dacă problema este considerată în legătura ei cu problemele generale ale aritmeticii cardinale. Se demonstrează uşor că puterea continuului este egală cu $2^{\aleph_0}$. Astfel, problema continuului se dovedeşte a fi o problemă de „tabla înmulţirii" numerelor cardinale, şi anume problema evaluării unui anumit produs infinit (de fapt cel mai simplu produs non-trivial care se poate forma). Există însă un singur produs infinit (de factori > 1) pentru care cel mult o margine superioară pentru valoarea lui poate fi atribuită. Tot ceea ce se cunoaşte asupra evaluării produselor infinite sînt două margini superioare, datorate lui Cantor şi König (ultima implică deja menţionata teoremă negativă asupra puterii continuului), şi anumite teoreme privind reducerea produselor cu factori diferiţi la exponenţieri şi a exponenţierilor la exponenţieri cu baze sau exponenţi mici. Aceste teoreme reduc[7] întreaga problemă a calculării produselor infinite la evaluarea lui $\aleph_\alpha^{cf(\aleph_\alpha)}$ şi la realizarea anumitor operaţii fundamentale asupra numerelor ordinale, cum ar fi determinarea limitei unei serii formate din ele. Toate produsele şi puterile pot fi uşor calculate[8] dacă se admite „ipoteza generalizată a continuului", adică dacă se admite că $2^{\aleph_\alpha} = \aleph_{\alpha+1}$ pentru orice α, sau, în alţi termeni, că numărul submulţimilor a unei mulţimi de putere $\aleph_\alpha$ este $\aleph_{\alpha+1}$. Dar, fără a face nici o supoziţie nedemonstrată, nu este cunoscut dacă sau nu $m < n$ implică $2^m < 2^n$ (deşi este trivial că aceasta implică $2^m < 2^n$) m nici chiar dacă $2^{\aleph_0} < 2^{\aleph_1}$.

3. REFORMULAREA PROBLEMEI PE BAZA UNEI ANALIZE A FUNDAMENTELOR TEORIEI MULŢIMILOR ŞI A REZULTATELOR OBŢINUTE ÎN ACEST DOMENIU

Această sărăcie de rezultate, chiar cu privire la cele mai fundamentale probleme din acest domeniu, într-un anumit grad se poate datora dificultăţilor pur matematice;

pare totuşi (vezi secţiunea 4) că sînt implicate, de asemenea, raţiuni mai adînci şi că o soluţie completă a acestor probleme se poate obţine numai printr-o mai profundă analiză (decît cea obişnuită în matematică) a sensurilor termenilor care apar în ele (cum ar fi „mulţimi", „corespondenţă 1—1" etc.) şi a axiomelor care întemeiază utilizarea lor. Cîteva asemenea analize au fost deja propuse. Să vedem deci ce ne dau ele pentru problema noastră.

În primul rînd este intuiţionismul lui Brouwer, care este extrem de distructiv în rezultatele lui. Întreaga teorie a $\aleph$ — lor mai mari decît $\aleph_1$ este respinsă ca fiind fără sens[9]. Însăşi conjectura lui Cantor primeşte cîteva sensuri diferite, toate, deşi foarte interesante în ele însele, fiind foarte diferite de problema originală. Ele conduc în parte la răspunsuri afirmative, în parte la răspunsuri negative[10]. Cu toate acestea, nimic în acest domeniu nu a fost suficient clarificat. Punctele de vedere „semiintuiţioniste" de genul celor formulate de H. Poincaré şi H. Weyl[11] vor păstra cu greu o parte mai substanţială din teoria mulţimilor.

Totuşi, atitudinea negativă în raport cu matematica clasică şi în raport cu generalizarea ei naturală — teoria mulţimilor a lui Cantor —, nu este deloc un rezultat necesar al unei examinări mai apropiate a fundamentelor lor, ci numai un rezultat al unei anumite concepţii filosofice asupra naturii matematicii. Aceasta admite obiectele matematice numai în măsura în care ele sînt interpretabile ca fiind propriile noastre construcţii sau, cel puţin, ca fiind complet date în intuiţia matematică. Pentru cineva care consideră obiectele matematice existînd independent de construcţiile noastre sau de intuirea lor individuală şi care cere numai ca conceptele matematice generale să ne fie suficient de clare pentru a fi capabili să le recunoaştem consistenţa lor şi adevărul axiomelor care se referă la ele, există, cred, o fundare satisfăcătoare a teoriei mulţimilor a lui Cantor în întregul ei sens şi în întreaga ei extensie originală, şi anume axiomatica teoriei mulţimilor interpretată în modalitatea care va fi schiţată mai jos.

Poate părea, la început, că paradoxurile teoriei mulţimilor vor condamna la eşec o asemenea abordare, dar o examinare mai atentă arată că ele nu produc dificultăţi deloc.

Scanned with OKEN Scanner

Ele constituie o foarte serioasă problemă, nu pentru matematică, totuşi, ci mai degrabă pentru logică şi epistemologie. În măsura în care mulţimile apar în matematică (cel puţin în matematica de azi, incluzînd întreaga teorie a mulţimilor a lui Cantor), ele sînt mulţimi de numere întregi, sau raţionale (adică de perechi de întregi), sau reale (adică de mulţimi de numere raţionale), sau de funcţii de numere reale (adică de mulţimi de perechi de numere reale) etc. Cînd teoremele asupra tuturor mulţimilor (sau asupra existenţei mulţimilor în general) sînt asertate, ele pot fi întotdeauna interpretate fără vreo dificultate ca însemnînd că ele au loc pentru mulţimi de întregi ca şi pentru mulţimi de mulţimi de întregi etc. (respectiv, că există sau mulţimi de întregi, sau mulţimi de mulţimi de întregi, sau ... etc., care au proprietatea asertată). Acest concept de mulţime[12] totuşi, în conformitate cu care o mulţime este ceva ce se obţine din întregi (sau alte obiecte bine definite) prin aplicarea iterată[13] a operaţiei „mulţime de"[14], nu ceva obţinut prin divizarea totalităţii tuturor lucrurilor existente în două categorii, nu va duce în general niciodată la contradicţii; adică activitatea perfect „naivă" şi necritică cu acest concept de mulţime s-a dovedit pînă acum complet self-consistentă[15].

Dar, mai mult, axiomele subiacente folosirii nerestrînse a acestui concept de mulţime sau, cel puţin, o submulţime a lor care este suficientă pentru toate demonstraţiile matematice inventate pînă acum (exceptînd teoremele asupra existenţei numerelor cardinale extrem de mari, vezi nota 20), au fost formulate atît de precis în teoria axiomatică[16] a mulţimilor, încît problema dacă o anumită propoziţie dată decurge din ele poate fi transformată, cu mijloacele logicii matematice, într-o problemă pur combinatorie privind manipularea simbolurilor pe care chiar cel mai radical intuiţionist trebuie s-o admită ca avînd sens. Astfel, problema continuului lui Cantor, indiferent ce punct de vedere filosofic se acceptă, în mod neîndoielnic păstrează cel puţin acest sens: a găsi dacă un răspuns şi dacă e aşa care anume, se poate deriva din axiomele teoriei mulţimilor, aşa cum sînt acestea formulate în sistemele citate.

Desigur, dacă se interpretează în acest fel, există (admiţînd consistenţa axiomelor) *a priori* trei posibilităţi pentru

conjectura lui Cantor: ea poate fi demonstrabilă, refutabilă sau indecidabilă[17]. A treia alternativă (care este numai o formulare precisă a conjecturii de mai sus, şi anume că dificultăţile problemei nu sînt probabil pur matematice), este cea mai probabilă. A căuta o demonstraţie pentru ea este, în prezent, poate, cea mai promiţătoare cale de a ataca problema. Un rezultat în această direcţie a fost deja obţinut, şi anume că ipoteza lui Cantor nu este refutabilă pe baza axiomelor teoriei mulţimilor, cu condiţia ca aceste axiome să fie consistente (vezi secţiunea 4).

Trebuie notat, totuşi, că, pe baza punctului de vedere adoptat aici, o demonstraţie a indecidabilităţii conjecturii lui Cantor din axiomele acceptate ale teoriei mulţimilor (în opoziţie, de exemplu, cu demonstraţia transcendenţei lui π) nu va rezolva deloc problema. Pentru că, dacă sensurile termenilor primitivi ai teoriei mulţimilor aşa cum sînt explicaţi la paginile 328—329 şi în nota 14 sînt acceptate ca fiind consistente, urmează că noţiunile şi teoremele teoriei mulţimilor descriu o anumită realitate bine determinată, în care conjectura lui Cantor trebuie să fie sau adevărată sau falsă. Deci indecidabilitatea ei din axiomele care sînt admise astăzi poate însemna doar că aceste axiome nu conţin o descriere completă a acestei realităţi. O asemenea credinţă nu este deloc himerică, deoarece este posibil să se indice căile prin care decizia unei probleme, care este indecidabilă din axiomele uzuale, să se poată totuşi obţine.

Înainte de toate, axiomele teoriei mulţimilor nu formează deloc un sistem închis în el însuşi, ci, dimpotrivă, însuşi conceptul de mulţime[18] pe care se bazează axiomele sugerează extensia lui cu noi axiome care asertează existenţa unor noi iteraţii ale operaţiei „mulţime de". Aceste axiome pot fi formulate de asemenea ca propoziţii asertînd existenţa numerelor cardinale foarte mari (adică a mulţimilor avînd aceste numere cardinale). Cea mai simplă dintre aceste „axiome ale infinitului" tari asertează existenţa numerelor inaccesibile (în sensul mai slab sau mai tare) $> \aleph_0$. Ultima axiomă, vorbind pe scurt, nu înseamnă altceva decît că totalitatea mulţimilor ce se pot obţine prin folosirea procedurilor de formare a mulţimilor exprimate în alte axiome

formează din nou o mulţime (şi, prin urmare, o nouă bază pentru alte aplicări a acestor proceduri)[19]. Alte axiome ale infinităţii au fost prima dată formulate de P. Mahlo[20]. Aceste axiome arată în mod clar nu numai că sistemul axiomatic al teoriei mulţimilor folosit pînă acum este incomplet, ci de asemenea şi că el poate fi suplimentat nearbitrar prin noi axiome care dezvăluie doar conţinutul conceptului de mulţime explicat mai sus.

Se poate demonstra că aceste axiome au, de asemenea, consecinţe îndepărtate de domeniul numerelor transfinite foarte mari, care constituie obiectul lor imediat: oricare dintre ele, admiţîndu-i consistenţa, se poate arăta că măreşte numărul propoziţiilor indecidabile chiar în domeniul ecuaţiilor diofantice. Cît priveşte problema continuului, există o mică speranţă de a o rezolva cu ajutorul acelor axiome ale infinităţii care pot fi formulate pe baza principiilor lui Mahlo (demonstraţia mai înainte menţionată a nerefutabilităţii ipotezei continuului are loc pentru toate acestea fără nici o modificare). Dar există altele bazate pe principii diferite (vezi nota 20); pot exista de asemenea, alături de axiomele obişnuite, axiomele infinităţii şi axiomele menţionate în nota 18, alte axiome (pînă acum necunoscute) ale teoriei mulţimilor, pe care o înţelegere mai profundă a concepţiilor subiacente logicii şi matematicii ne va da posibilitatea să le recunoaştem ca implicate de aceste concepte (vezi, de exemplu, nota 23).

În al doilea rînd totuşi, chiar neluînd în considerare o anumită necesitate intrinsecă a unei noi axiome şi chiar în cazul în care nu există deloc o necesitate intrinsecă, o decizie probabilă asupra adevărului ei este posibilă, de asemenea, într-un alt fel, şi anume, inductiv, prin studierea „succesului" ei. Succes înseamnă aici caracter fructuos în consecinţe, în particular în consecinţe „verificate", adică consecinţe demonstrabile fără noi axiome, a căror demonstraţie cu ajutorul noilor axiome, este totuşi considerabil mai simplă şi mai uşor de descoperit, făcînd posibilă în acelaşi timp contractarea într-o singură demonstraţie a mai multor demonstraţii diferite. Axiomele pentru sistemul numerelor reale, respinse de intuiţionişti, au fost în acest sens verificate într-un anumit grad, datorită faptului că teoria analitică a numerelor ne permite în mod frecvent

să demonstrăm teoreme ale teoriei numerelor care, într-o manieră mai greoaie, pot fi ca urmare verificate prin metode elementare. Un grad de verificare mai înalt decît acesta totuşi, este conceptibil. Pot exista aici axiome atît de abundente în consecinţe verificabile, aruncînd atît de multă lumină asupra unui întreg domeniu şi producînd metode atît de puternice pentru rezolvarea problemelor (şi chiar rezolvarea lor constructivă, în măsura în care este posibil), încît, indiferent dacă ele sînt intrinsec necesare, ele vor trebui să fie acceptate cel puţin în acelaşi sens în care se acceptă orice teorie fizică bine stabilită.

4. UNELE OBSERVAŢII ASUPRA ÎNTREBĂRII: ÎN CE SENS ŞI ÎN CE DIRECŢIE SE POATE AŞTEPTA O SOLUŢIE A PROBLEMEI CONTINUULUI?

Dar sînt oare asemenea observaţii corespunzătoare pentru problema continuului? Există realmente vreo indicaţie clară asupra insolubilităţii ei prin axiomele acceptate? Cred că există cel puţin două:

Prima rezultă din faptul că există două clase de obiecte definite complet diferit, ambele satisfăcînd toate axiomele teoriei mulţimilor formulate pînă acum. O clasă constă din mulţimile definibile într-o anumită manieră prin proprietăţile elementelor ei[21]; cealaltă constă din mulţimile în sensul de multitudini arbitrare, indiferent dacă sau cum pot fi definite. Astfel, înainte de a se fi stabilit ce obiecte vor trebui numărate şi pe baza cărei corespondenţe 1—1, se poate cu greu aştepta posibilitatea determinării numărului lor în afara cazurilor unor coincidenţe fericite. Dacă, totuşi, cineva crede că este fără sens să se vorbească de mulţimi, cu excepţia sensului lor de extensiuni ale proprietăţilor definibile, atunci, de asemenea, el poate cu greu aştepta să fie rezolvabilă mai mult decît ca o mică fracţiune a problemelor teoriei mulţimilor, fără utilizarea acestei caracteristici a mulţimilor, în opinia lui esenţială, şi anume că ele sînt extensii ale proprietăţilor definibile. Această caracteristică a mulţimilor totuşi nu este nici formulată explicit, nici conţinută implicit în axiomele acceptate ale teoriei mulţimilor. Astfel, din oricare punct de vedere, dacă se mai ia în consideraţie şi ceea ce a fost

spus în secţiunea 2, se poate face conjectura că problema continuului nu poate fi rezolvată pe baza axiomelor formulate pînă acum, dar, pe de altă parte, ea se poate rezolva cu ajutorul unor anumite noi axiome care vor formula sau vor implica ceva asupra definibilităţii mulţimilor[22].

Ultima jumătate a acestei conjecturi a fost deja verificată, şi anume conceptul definibilităţii menţionat în nota 21 (care el însuşi este definibil în teoria axiomatică a mulţimilor) face posibilă derivarea, în teoria axiomatică a mulţimilor, a ipotezei generalizate a continuului din axioma că orice mulţime este definibilă în acest sens[23]. Întrucît această axiomă (să o numim „A") se dovedeşte a fi demonstrativ consistentă cu celelalte axiome, sub ipoteza consistenţei acestor alte axiome, acest rezultat (indiferent de poziţia filosofică luată în raport cu definibilitatea) arată consistenţa ipotezei continuului cu axiomele teoriei mulţimilor, cu condiţia ca aceste axiome să fie ele însele consistente[24]. Demonstraţia este similară în structura ei cu demonstraţia de consistenţă a geometriei neeuclidiene cu ajutorul unui model din cadrul geometriei euclidiene. Şi anume, decurge din axiomele teoriei mulţimilor că mulţimile definibile în sensul menţionat mai sus formează un model al teoriei mulţimilor în care propoziţia A şi, prin urmare, ipoteza generalizată a continuului este adevărată.

Un al doilea argument în favoarea nerezolvabilităţii problemei continuului pe baza axiomelor uzuale se poate baza pe anumite date (necunoscute în vremea lui Cantor) care par a indica faptul că conjectura lui Cantor se va dovedi greşită[25], pe cînd, pe de altă parte, o respingere a ei este demonstrabil imposibilă pe baza axiomelor admise astăzi.

Un asemenea fapt este existenţa anumitor proprietăţi ale mulţimilor de puncte (asertînd o extremă rarefiere a mulţimilor considerate) pentru care s-a reuşit să se demonstreze existenţa mulţimilor ne-numerabile avînd aceste proprietăţi, dar nu este vizibilă nici o modalitate în care s-ar putea aştepta să se demonstreze existenţa exemplelor puterii continuului. Proprietăţile de acest tip (ale submulţimilor unei drepte) sînt: 1) a aparţine primei categorii a oricărei mulţimi perfecte[26], 2) a fi dusă într-o mulţime zero de orice aplicaţie continuă 1—1 a liniei în sine[27]. O

Scanned with OKEN Scanner

altă proprietate de o natură similară este aceea de a putea fi acoperită de infinit de multe intervale de lungimi date. Dar, în acest caz, pînă acum nu s-a reuşit să se demonstreze existenţa exemplelor ne-numerabile. Din ipoteza continuului, decurge totuşi în toate cele trei cazuri că există nu numai exemple ale puterii continuului[28], dar chiar mulţimi asemenea celor care sînt duse în ele însele (pînă la o mulţime numerabilă de puncte) prin *orice* translaţie a liniei drepte[29].

O altă consecinţă foarte implauzibilă a ipotezei continuului este aceea că există: (1) submulţimi ale unei linii drepte de puterea continuului care sînt acoperite (de o mulţime numerabilă de puncte) de *orice* mulţime densă de intervale[30]; (2) submulţimi infinit dimensionale ale spaţiului Hilbert care nu conţine o submulţime nonnumerabilă finit-dimensională (în sensul lui Menger-Urysohn)[31]; (3) un şir infinit A^i de descompuneri ale oricărei mulţimi M de puterea continuului în mulţimi mutual exclusive de mulţimea continuului A^i_{xi} astfel încît în orice fel este aleasă o mulţime A^i_{xi} pentru orice i, $\prod_{i=0}^{\infty} (M - A^i_{xi})$ este numerabil[32]. (1) şi (3) sînt foarte implauzibile, chiar dacă „puterea continuului" este înlocuită prin „$\aleph_1$".

S-ar putea spune că multe rezultate ale teoriei mulţimilor de puncte, obţinute fără utilizarea ipotezei continuului, sînt de asemenea foarte neaşteptate şi implauzibile[33]. Dar, oricît ar fi de adevărat, situaţia este totuşi diferită aici prin aceea că, în majoritatea acestor instanţe (cum ar fi, de exemplu, curbele lui Peano), aparenţa poate fi explicată dimpotrivă printr-o lipsă de acord între conceptele noastre geometrice intuitive şi cele ale teoriei mulţimilor care apar în aceste teoreme. De asemenea, este foarte suspect că, împotriva numeroaselor propoziţii care implică negaţia ipotezei continuului, nu este cunoscută nici o propoziţie plauzibilă care să implice ipoteza continuului. Cred că adunînd tot ce s-a spus se obţine o motivare bună pentru a presupune că rolul ipotezei continuului în teoria mulţimilor va fi acela de a conduce la descoperirea unor noi axiome care vor face posibilă respingerea conjecturii lui Cantor.

Scanned with OKEN Scanner

Definiţiile unor termeni tehnici

Definiţiile 4—15 se referă la submulţimile unei linii drepte, dar pot fi transferate literal la submulţimile spaţiilor euclidiene de orice număr de dimensiuni dacă „intervalul" este identificat cu „interiorul unui paralelipiped".

1. Numesc *caracterul de limitare* (confinality) al unui număr cardinal m (abreviat prin „cf(m)") cel mai mic număr n astfel încît m este suma a n numere $< m$.

2. Un număr cardinal m este *regulat* dacă $\mathrm{cf}(m) = m$, altfel este singular.

3. Un număr cardinal infinit m este inaccesibil dacă el este regulat şi nu are predecesor imediat (adică, deşi este o limită de numere $< m$, el nu este o limită a unor asemenea numere mai puţine decît m); el este *strict inaccesibil* dacă orice produs (şi, ca urmare, de asemenea orice sumă) de mai puţin decît m numere $< m$ este $< m$ (vezi W. Sierpinski şi A. Tarski, *Fund. Math.*, 15(1930), p. 292; A. Tarski, *op. cit.*, 30(1938), p. 68).

Decurge din ipoteza generalizată a continuului că aceste două concepte sînt echivalente. $\aleph_0$ este evident inaccesibil şi, de asemenea, strict inaccesibil. Pentru numerele finite singure 0 şi 2 sînt strict inaccesibile. O definiţie a inaccesibilităţii, aplicabilă la numere finite, este următoarea: m este inaccesibil dacă (1) orice sumă de mai puţin decît m numere $< m$ este $< m$, şi (2) numărul numerelor $< m$ este m. Această definiţie, pentru numerele transfinite, este în acord cu cea dată mai sus, iar pentru numerele finite dă 0, 1, 2 ca inaccesibile. Astfel, inaccesibilitatea şi inaccesibilitatea strictă se arată a nu fi echivalente pentru numerele finite. Aceasta aruncă o anumită îndoială asupra echivalenţei lor pentru numerele transfinite, care decurge din ipoteza generalizată a continuului.

4. O mulţime de intervale este *densă* dacă orice interval are puncte în comun cu alte intervale ale mulţimii (punctele finale ale unui interval nu sînt considerate ca puncte ale intervalului).

5. *O mulţime-zero* este o mulţime care poate fi acoperită de mulţimi infinite de intervale cu arbitrar de mici sume ale lungimilor.

Scanned with OKEN Scanner

6. *O vecinătate* a unui punct P este un interval care-l conţine pe P.

7. O submulţime A a lui B este *densă în* B dacă orice vecinătate a oricărui punct al lui B conţine puncte din A.

8. Un punct P este *exteriorul* lui A dacă el are o vecinătate care nu conţine puncte din A.

9. O submulţime A a lui B este *nicăieri densă în* B dacă acele puncte ale lui B care sînt în exteriorul lui A sînt dense în B sau (ceea ce este echivalent) dacă pentru nici un interval I intersecţia IA nu este densă în IB.

10. O submulţime A a lui B este *de prima categorie în* B dacă ea este suma a unor numărabil de multe mulţimi nicăieri dense în B.

11. O mulţime A *este de prima categorie peste* B dacă intersecţia AB este de prima categorie în B.

12. Un punct P este numit un *punct limită* al unei mulţimi A dacă orice vecinătate a lui P conţine infinit de multe puncte din A.

13. O mulţime A se numeşte *închisă* dacă ea îşi conţine toate punctele ei limită.

14. O mulţime este *perfectă* dacă ea este închisă şi nu are puncte izolate (adică nici un punct cu o vecinătate care să nu conţină nici un alt punct al mulţimii).

15. *Mulţimile-Borel* se definesc ca cel mai mic sistem de mulţimi care satisfac postulatele:

(1) Mulţimile închise sînt mulţimi-Borel.

(2) Complementul unei mulţimi-Borel este o mulţime-Borel.

(3) Suma unor numerabili de multe mulţimi-Borel este o mulţime-Borel.

16. O mulţime este *analitică* dacă este proiecţia ortogonală a unei anumite mulţimi-Borel a spaţiului de dimensiunea imediat superioară (orice mulţime-Borel prin urmare este, desigur, analitică).

Supliment la ediţia a doua

De la publicarea acestui studiu s-a obţinut un număr de noi rezultate; aş dori să menţionez pe acelea care sînt de un interes special în legătură cu discuţia de mai sus.

Scanned with OKEN Scanner

1. A. Hajnal a demonstrat[34] că, dacă $2^{\aleph_0} \neq \aleph_2$, se poate deriva din axiomele teoriei mulțimilor, la fel se poate deriva și $2^{\aleph_0} = \aleph_1$. Acest rezultat surprinzător ar putea să faciliteze mult soluționarea problemei continuului dacă ipoteza continuului a lui Cantor ar fi demonstrabilă din axiomele teoriei mulțimilor; totuși, probabil, nu este acesta cazul.

2. Unele noi consecințe ale ipotezei lui Cantor (și unele propoziții echivalente cu ea) se pot găsi în noua ediție a cărții lui W. Sierpinski[35]. În prima ediție s-a demonstrat că ipoteza continuului este echivalentă cu propoziția că planul euclidian este suma unor numerabil de multe „curbe generalizate" (unde o curbă generalizată este o mulțime de puncte definibilă printr-o ecuație $y = f(x)$ într-un anumit sistem de coordonate carteziene). În a doua ediție s-a arătat[36] că se poate demonstra că planul euclidian poate fi suma a mai puțin decît continuul unor curbe generalizate sub ipoteza mai slabă că puterea continuului nu este un număr inaccesibil. Demonstrația conversei acestei teoreme va da o anume plauzibilitate ipotezei $2^{\aleph_0} =$ cel mai mic număr inaccesibil $> \aleph_0$. Totuși, este necesară o mare atenție în legătură cu această inferență, deoarece aparența paradoxală în acest caz (ca și pentru „curbele" lui Peano) se datorează (cel puțin în parte) transferării intuiției noastre geometrice a curbelor la ceva ce au numai cîteva dintre caracteristicile curbelor. De notat că nimic de acest gen nu este conținut în consecințele neintuitive ale ipotezei continuului menționate la p. 327.

3. K. Kuratowski a formulat o întărire a ipotezei continuului[37], a cărei consistență decurge din demonstrația de consistență menționată în secțiunea 4. El trage diferite consecințe din această nouă ipoteză.

4. Foarte interesante rezultate noi asupra axiomei infinității au fost obținute în anii din urmă (vezi notele 20 și 16).

În opoziție cu punctul de vedere apărat în secțiunea 4 s-a sugerat că[38], în cazul în care problema continuului lui Cantor se va dovedi a fi indecidabilă din axiomele acceptate ale teoriei mulțimilor, chestiunea adevărului ei își va pierde sensul, la fel după cum chestiunea adevărului postulatului V al lui Euclid prin demonstrația consistenței

Scanned with OKEN Scanner

geometriei neeuclidiene a devenit fără sens pentru matematician. Aş vrea să arăt că situaţia din teoria mulţimilor este foarte diferită de aceea din geometrie, atît din punct de vedere matematic cît şi din punct de vedere epistemologic.

În cazul axiomei existenţei numerelor inaccesibile, de exemplu (care poate fi demonstrată a fi indecidabilă din axiomele teoriei mulţimilor a lui von Neumann-Bernays, cu condiţia ca să fie consistentă cu ele), există o asimetrie matematică izbitoare între sistemul în care ea este asertată şi acela în care ea este negată[39].

Şi anume ultimul (dar nu şi primul) are un model care poate fi definit şi demonstrat a fi un model în sistemul original (neextins). Aceasta înseamnă că primul este o extensie într-un sens mult mai tare. Un fapt strîns legat de aceasta este că asertarea (dar nu negarea) axiomei implică noi teoreme asupra întregilor (ale căror instanţe individuale pot fi verificate prin calcul). Astfel criteriul adevărului explicat la paginile 324—325 este satisfăcut, într-o anumită măsură, pentru asertare, dar nu pentru negare. Pe scurt, numai asertarea produce o extensie „fructuoasă", pe cînd negarea este sterilă dincolo de domeniul ei propriu foarte limitat. Ipoteza continuului a lui Cantor, de asemenea, se poate arăta că este sterilă pentru teoria numerelor şi că este adevărată într-un model construibil în sistemul original, pe cînd pentru anumite ipoteze asupra puterii continuului acest lucru poate nu este la fel. De altă parte, nici una dintre aceste asimetrii nu se aplică postulatului V al lui Euclid. Pentru a fi mai precis, atît el, cît şi negaţia lui sînt extensii în sens slab.

Cît priveşte situaţia epistemologică, trebuie spus că printr-o demonstraţie a indecidabilităţii problema îşi pierde sensul numai dacă sistemul de axiome considerat este interpretat ca un sistem ipotetico-deductiv, adică dacă sensurile termenilor primitivi sînt lăsate nedeterminate. În geometrie, de exemplu, chestiunea dacă postulatul V al lui Euclid este adevărat îşi conservă sensul dacă termenii primitivi sînt luaţi într-un sens determinat, adică ca referindu-se la comportarea corpurilor rigide, a razelor de lumină etc. Situaţia în teoria mulţimilor este similară, diferenţa fiind doar aceea că, în geometrie, sensurile uzual adoptate azi

Scanned with OKEN Scanner

se referă la intenţia fizică mai degrabă decît la cea matematică şi că, de aceea, decizia cade în afara domeniului matematicii. Pe de altă parte, obiectele teoriei mulţimilor transfinite, concepute în maniera explicată la paginile 321—322 şi în nota 14, în mod clar nu aparţin lumii fizice şi chiar conexiunea lor indirectă cu experienţa fizică este foarte săracă (datorită în primul rînd faptului că conceptele teoriei mulţimilor joacă numai un rol minor în teoriile fizice actuale).

Dar, în ciuda îndepărtării lor de experienţa sensibilă, noi trebuie să avem ceva asemănător unei percepţii a obiectelor teoriei mulţimilor, după cum reiese din faptul că adevărul axiomelor ne constrînge prin el însuşi. Nu văd nici o raţiune pentru care ar trebui să avem mai puţină încredere în acest gen de percepţie, adică în intuiţia matematică, decît în percepţia sensibilă, care ne induce să construim teorii fizice şi să aşteptăm ca viitoarele percepţii sensibile să concorde cu ele şi, dealtfel, să credem că o chestiune nedecidabilă acum are sens şi poate fi decisă în viitor. Paradoxurile teoriei mulţimilor nu sînt deloc încurcături mai mari pentru matematică decît sînt decepţiile senzoriale pentru fizică. Dealtfel, faptul că noi intuiţii matematice conducînd la o decidere a unor asemenea probleme cum este ipoteza continuului a lui Cantor sînt perfect posibile a fost arătat mai înainte.

Trebuie notat însă că intuiţia matematică nu trebuie concepută ca o facultate care ar oferi o cunoaştere *imediată* a obiectelor considerate. Pare mai degrabă că, la fel ca în experienţa fizică, noi ne *formăm* ideile noastre asupra acestor obiecte pe baza a ceva care *este* dat imediat. Numai că acest altceva aici *nu* este sau nu în mod primar senzaţiile; că ceva, dincolo de ceea ce sînt realmente senzaţiile, este dat imediat decurge (independent de matematică) din faptul că chiar ideile noastre care se referă la obiectele fizice conţin constituenţi calitativ diferiţi de senzaţii sau de simplele combinări de senzaţii, de exemplu ideea însăşi de obiect, pe cînd, pe de altă parte, prin gîndirea noastră noi nu putem crea nici un element calitativ nou, ci numai să reproducem şi să combinăm pe acelea care ne sînt date. Evident, „dat"-ul subiacent matematicii este strîns legat de elementele abstracte conţinute în ideile noastre empirice[40].

Nu decurge deloc, totuşi, că datele de acestal doilea gen, deoarece nu pot fi asociate cu acţiunea unor anumite lucruri asupra organelor noastre de simţ, ar fi ceva pur subiectiv, cum a afirmat Kant. Mai degrabă ele pot reprezenta, de asemenea, un aspect al realităţii obiective, dar, în opoziţie cu senzaţiile, prezenţa lui în noi se poate datora unui alt gen de relaţie dintre noi şi realitate.

Totuşi, problema existenţei obiective a obiectelor intuiţiei matematice (care, incidental, este o replică exactă a problemei existenţei obiective a lumii exterioare) nu este decisivă pentru problema în discuţie aici. Faptul numai psihologic al existenţei unei intuiţii suficient de clară pentru a produce axiomele teoriei mulţimilor şi un şir deschis de extensiuni ale lor este suficient pentru a da sens problemei adevărului sau falsităţii propoziţiilor de genul ipotezei continuului a lui Cantor. Ceea ce justifică, totuşi, poate, mai mult decît orice, acceptarea acestui criteriu al adevărului în teoria modelelor este faptul că apelurile continue la intuiţia matematică sînt necesare nu numai pentru a obţine răspunsuri neambigue la problemele teoriei mulţimilor transfinite, ci, de asemenea, şi pentru soluţionarea problemelor teoriei numerelor finite[41] (de tipul conjecturii lui Goldbach)[42], unde semnificaţia şi neambiguitatea conceptelor care intră în ea ar putea cu greu să fie puse la îndoială. Aceasta decurge din faptul că pentru orice sistem axiomatic există infinit de multe propoziţii indecidabile de acest tip.

S-a arătat mai sus (p. 324) că, în afară de intuiţia matematică, există un alt criteriu (deşi numai probabil) al adevărului unor axiome matematice, şi anume caracterul lor fructuos în matematică şi, s-ar putea adăuga posibil, de asemenea, în fizică. Acest criteriu, totuşi, deşi ar putea deveni decisiv în viitor, nu poate însă să fie aplicat la axiomele specifice ale teoriei mulţimilor (cum ar fi acelea care se referă la numere cardinale mari), deoarece foarte puţin se cunoaşte despre consecinţele lor în alte domenii. Cel mai simplu caz al aplicării criteriului discutat apare cînd o anumită axiomă a teoriei mulţimilor are consecinţe în teoria numerelor verificabile prin calcul pînă la orice întreg dat. Pe baza a ceea ce este azi cunoscut, totuşi, nu este posibil să se facă adevărul vreunei axiome a teoriei mulţimilor rezonabil probabil în această manieră.

Scanned with OKEN Scanner

Post-scriptum

În scurtă vreme după completarea manuscrisului acestui studiu, problema dacă ipoteza continuului a lui Cantor este demonstrabilă din axiomele lui von Neumann-Bernays ale teoriei mulţimilor (inclusiv axioma alegerii) a fost rezolvată în sens negativ de către Paul J. Cohen. O schiţă a demonstraţiei va apărea în *Proceedings of the National Academy of Science*. Se dovedeşte că pentru un domeniu larg de $\aleph_\tau$, egalitatea $2^{\aleph_0} = \aleph_\tau$ este consistentă şi este o extensiune în sensul slab (adică una care nu implică noi teoreme de teoria numerelor). Dacă pentru un concept corespunzător al definiţiei „standard" există $\aleph_\tau$ definibile neexcluse de teorema lui König (vezi p. 4 de mai sus) pentru care acest rezultat nu se aplică rămîne încă o problemă deschisă (desigur, se poate admite că existenţa $\aleph_\tau$-ului respectiv este sau demonstrabilă sau a fost postulată).

NOTE

[1] Cît priveşte problema de ce nu există o mulţime a tuturor numerelor cardinale, vezi nota 15.

[2] Axioma alegerii este necesară pentru demonstrarea acestei teoreme (vezi A. A. Fraenkel and Y. Bar-Hillel, *Foundations of Set Theory*, Amsterdam, 1958). Dar se poate spune că această axiomă, din aproape orice punct de vedere posibil, este la fel de bine fundată astăzi ca şi celelalte axiome ale mulţimilor. S-a demonstrat consistenţa ei cu celelalte axiome ale teoriei mulţimilor care sînt admise în mod uzual, cu condiţia ca acestea să fie consistente (vezi lucrarea mea citată în nota 16). Dealtfel, este posibil să se definească în termenii oricărui sistem de obiecte care satisfac celelalte axiome un sistem de obiecte care satisfac aceste axiome *şi* axioma alegerii. În fine, axioma alegerii este la fel de evidentă ca oricare altă axiomă a teoriei mulţimilor pentru conceptul „pur" de mulţime explicat în nota 14.

[3] Vezi F. Hausdorf, *Mengenlehre* 1-ed. (1914), p. 68, sau H. Bachmann, *Erg. Math. N.F.I.* (1955), p. 167. Descoperitorul acestei teoreme, J. König, a asertat mai mult decît a demonstrat de fapt (vezi *Math. Ann.*, 60 (1904), p. 177).

[4] Vezi F. Hausdorf, *Mengenlehre*, 3-ed. (1935), p. 32. Chiar pentru complementele mulţimilor analitice, problema este nedecisă în prezent, şi se poate demonstra numai că ele sau au puterea $\aleph_0$ sau $\aleph_1$, sau continuul, sau sînt finite (vezi K. Kuratowski, *Topologie*, I, Warszawa-Lwow, 1933, p. 246).

Scanned with OKEN Scanner

[5] Vezi lista definițiilor la p. 328—329.

[6] Vezi W. Sierpinski, *Hypothèse du continuu*, Warszawa, 1934), 2-ed., New York, 1956.

[7] Această reducție poate fi efectuată datorită rezultatelor și metodelor unui studiu al lui A. Tarski publicat în *Fund. Math.* 7, (1925), 1.

[8] Pentru numere regulate $\aleph_\alpha$ se obține imediat: $\aleph_\alpha^{\mathrm{cf}(\aleph\alpha)} = \aleph_\alpha^{\aleph\alpha} = 2^{\aleph\alpha} = \aleph_{\alpha+1}$.

[9] Vezi L. E. Brouwer, *Atti del IV Congresso Internationale dei Matematici*, Roma, 1908, p. 569.

[10] Vezi L. E. Brouwer, *Over de gondslagen der wiskunde*, Amsterdam and Leipzig, 1907, I, 9; III, 2.

[11] Vezi H. Weyl, *Das Kontinuum*, 2-ed., 1932. Dacă procedura de construcție a mulțimilor descrisă aici (p. 20) este repetată de un număr (transfinit) de ori suficient de mare, ea dă exact numerele reale ale modelului pentru teoria mulțimilor, menționat în secțiunea 4, în care ipoteza continuului este adevărată. Dar această iterare nu este posibilă în cadrul limitelor punctului de vedere semiintuiționist.

[12] Trebuie admis că spiritul disciplinelor matematice moderne abstracte, în particular acela al teoriei categoriilor, transcende acest concept de mulțime, așa cum devine evident, de exemplu, prin self-aplicabilitatea categoriilor (vezi articolul lui S. MacLane în *Symp. on Foundations of Mathematics*, Warszawa, 1959). Nu pare, totuși, că se pierde ceva din conținutul matematic al teoriei dacă se disting categorii de nivele diferite. Dacă ar exista demonstrații matematice interesante care nu ar fi posibile în această interpretare, atunci paradoxurile teoriei mulțimilor ar deveni o problemă serioasă pentru matematică.

[13] Expresia este înțeleasă ca incluzînd iterația transfinită; adică totalitatea mulțimilor obținute prin iterație finită este considerată a fi ea însăși o mulțime și o bază pentru alte aplicații ale operației „mulțime de".

[14] Operația „mulțimea x-ilor" (unde variabila „x" are ca domeniu un anumit gen de obiecte) nu poate fi definită în mod satisfăcător (cel puțin nu în starea actuală a cunoașterii), ci poate fi doar parafrazată prin alte expresii care cuprind din nou conceptul de mulțime, cum ar fi „multitudinea x-ilor", „combinația oricărui număr de x", „partea totalității x-ilor", unde o „multitudine" („combinație", „parte"), este concepută ca ceva care există în sine, indiferent dacă noi o putem defini într-un număr finit de cuvinte (astfel că mulțimile aleatorii nu sînt excluse).

[15] Decurge imediat din această explicație a termenului „mulțime" că o mulțime a tuturor mulțimilor sau alte mulțimi de o extensie similară nu pot exista, întrucît orice mulțime obținută în acest fel dă naștere imediat la noi aplicații ale operației „mulțime de" și, prin urmare, conduce la existența unei mulțimi mai mari.

[16] Vezi, de exemplu, P. Bernays, *A system of axiomatic set theory*, *J. Symb, Log.* 2(1937), 65; 6(1941), 1; 7(1942), 65, 133; 8(1943),

Scanned with OKEN Scanner

89. J. von Neumann, *Eine Axiomatisierung der Mengenlehre*, *J.reine u.angew. Math.*, 154 (1925), 219; cf., de asemenea, *ibidem* 160 (1929), 227; *Math. Zs.* 27 (1928), 669. K. Gödel, *The Consistency of the Continuum Hypothesis (Ann. Math. Studies*, No. 3), 1940, 2-ed. 1951. P. Bernays and A. A. Fraenkel, *Axiomatic Set Theory* (Amsterdam, 1958). Incluzînd axiomele foarte tari ale infinitului, au devenit posibile recent axiomatizări mult mai elegante (vezi articolul lui P. Bernays citat în nota 20).

[17] În cazul în care axiomele ar fi inconsistente, ultima din cele patru alternative *a priori* posibile pentru conjectura lui Cantor ar apărea, şi anume ea ar putea deci fi atît demonstrabilă, cît şi refutabilă prin axiomele teoriei mulţimilor.

[18] În mod asemănător, conceptul „proprietatea mulţimii" (al doilea dintre termenii primitivi ai teoriei mulţimilor) sugerează extensii continue ale axiomelor care se referă la el. Mai departe se pot introduce conceptele de „proprietatea proprietăţii mulţimii" etc. Noile axiome astfel obţinute, totuşi, cît priveşte consecinţele lor pentru propoziţiile care se referă la domenii limitate ale mulţimilor (cum este ipoteza continuului), sînt conţinute (în măsura în care sînt cunoscute azi) în axiomele asupra mulţimilor.

[19] Vezi E. Zermelo, *Fund. Math.*, 16 (1930), 29.

[20] Vezi *Ber. Verh. Sächs. Ges. Wiss.*, 63 (1911), 190—200; 65 (1913), 269—76. Din prezentarea de către Mahlo a subiectului, totuşi, nu apare că numerele pe care el le defineşte există realmente. În anii din urmă s-a făcut un progres considerabil în ceea ce priveşte axiomele infinităţii. În particular, au fost formulate unele axiome pe baza unor principii în întregime diferite de acelea ale lui Mahlo, iar Dana Scott a demonstrat că unul dintre ele implică negaţia propoziţiei *A* (menţionată la pagina 326). Astfel, demonstraţia de consistenţă pentru ipoteza continuului explicată la pagina 326 *nu* merge dacă această axiomă este adăugată. Totuşi, nu s-a clarificat încă faptul că aceste axiome sînt implicate de conceptul general de mulţime în acelaşi sens cum sînt acelea ale lui Mahlo (vezi A. Tarski, *Proc. Int Congress for Logic*, Stanford 1960, p. 134; D. Scott, *Bull. Pol. Ac. Sci.*, Warszaw, april 1961; W. P. Hanf and D. Scott, *AMS Notices*, 8 (1961), 445). Axiomele lui Mahlo au fost derivate de Azriel Levy dintr-un principiu general asupra sistemului tuturor mulţimilor (vezi *Pac. Jour. of Math.*, 10 (1960) p. 233; vezi, de asemenea, P. Bernays, *Essays in the Foundations of Mathematics Dedicated to A. A. Fraenkel*, 1961, p. 1), unde aproape toate axiomele teoriei mulţimilor sînt derivate din principiul lui Levy.

[21] Şi anume definibile prin anumite proceduri „*în termenii* numerelor ordinale" (adică prin ipoteza că pentru orice număr ordinal este dat un simbol care-l denotează); vezi lucrările mele citate în notele 16 şi 24. Paradoxul lui Richard, desigur, nu se aplică acestui gen de definibilitate, întrucît totalitatea ordinalelor este cert nenumerabilă.

[22] Programul lui D. Hilbert pentru o soluţie a problemei continuului (vezi *Math. Ann.*, 95(1926), 161) care, totuşi, nu a fost niciodată

realizat, a fost întemeiat de asemenea pe o considerare a tuturor definiţiilor posibile ale numerelor reale.

[23] Pe de altă parte, dintr-o axiomă într-un anume sens opusă acesteia, ar putea fi derivată negaţia conjecturii lui Cantor. Mă gîndesc la o axiomă care (asemenea axiomei de completitudine a lui Hilbert din geometrie) ar formula o anumită proprietate de maxim a sistemului tuturor mulţimilor, în timp ce axioma A formulează o proprietate de minim. De notat că doar o proprietate de maxim pare a se armoniza cu conceptul de mulţime explicat în nota 14.

[24] Vezi monografia mea citată în nota 16 şi studiul meu din *Proc. Nat. Ac. Sci.* 25 (1939), 220. Folosesc acest prilej pentru a corecta o eroare de notaţie şi o greşeală de tipar care au apărut în acest studiu: în rîndurile 25—29, p. 221; 46 şi 10, p. 222; 11—19, p. 223, litera α va trebui înlocuită (în toate locurile în care ea apare) prin μ. De asemenea, în teorema 6, p. 222, simbolul „=" va trebui introdus între $\Phi_\alpha(x)$ şi $\Phi_\alpha - (x')$. Pentru demonstraţia detaliată, trebuie consultată lucrarea citată în nota 16.

[25] Deci în acest sens au fost exprimate de Lusin în *Fund. Math.*, 25(1935), 129 ff; vezi, de asemenea, W. Sierpinski, *op.cit.*, p. 132.

[26] Vezi W. Sierpinski, *Fund. Math.*, 22(1934), 270, şi K. Kuratowski, *Topologie*, I, p. 269 ff.

[27] Vezi N. Lusin şi W. Sierpinski, *Bull. Internat. Ac. Sci.*, Cracovia, 1918, p. 35, şi W. Sierpinski, *Fund. Math.*, 22(1934), p. 270.

[28] Pentru cazul al treilea, vezi *loc. cit.* nota 6, p. 39, teorema 1 a ediţiei întîi.

[29] Vezi W. Sierpinski, *Ann. Scuol. Norm. Sup.*, Pisa 4(1935), 43.

[30] Vezi N. Lusin, *C. R. Paris*, 158(1914), 1259.

[31] Vezi W. Hurewicz, *Fund. Math.*, 19(1932), 8.

[32] Vezi S. Braun şi W. Sierpinski, *Fund. Math.*, 19(1932), 1, propoziţia (Q). Această propoziţie este echivalentă cu ipoteza continuului.

[33] Vezi, de exemplu, L. Blumenthal, *Am. Math., Monthly*, 47 (1940), 346.

[34] Vezi *Zeitsch. f.math. Log.u. Grund d. Math.*, II(1956), 131.

[35] Vezi nota 6.

[36] Vezi p. 207 a ed. a 2-a, sau *Fund. Math.*, 38(1951), 9. Rezultatele legate de aceasta datorate lui Kuratowski şi Sikorski sînt expuse în *Fund. Math.*, 38(1951), 15 şi 18.

[37] Vezi *Fund. Math.*, 35(1948), 131.

[38] Vezi Alfred Errera, *Atti Accad. Ligure*, 9(1952), 176—183.

[39] O aceeaşi asimetrie are loc şi la cele mai mici nivele ale teoriei mulţimilor, unde consistenţa axiomelor respective este mai puţin subiect al îndoielii scepticilor.

Scanned with OKEN Scanner

[40] De notat că există o strînsă relaţie între conceptul de mulţime explicat în nota 14 şi categoriile intelectului pur în sensul lui Kant. Şi anume funcţia ambelor este „sinteza", adică, generarea de unităţi din varietăţi (de exemplu, la Kant, ideea unui *unic* obiect din aspectele lui variate).

[41] Dacă cineva nu este satisfăcut cu deciziile inductive (probabile), cum ar fi verificarea teoremei pe numere foarte mari, sau cu proceduri inductive mai indirecte (vezi p. 13—14, 25).

[42] Adică propoziţii universale asupra întregilor care pot fi decise în fiecare instanţă individuală.

Scanned with OKEN Scanner

CUNOȘTINȚĂ, FILOSOFIE ȘI MATEMATICĂ*

L. E. J. BROUWER

Punctul de vedere care afirmă că nu există adevăruri neexperienţiale şi că logica nu este un instrument absolut sigur pentru descoperirea adevărurilor a fost acceptat în raport cu matematica mult mai tîrziu decît în raport cu viaţa practică sau cu ştiinţa. Matematica riguros tratată din acest punct de vedere, adică deducînd teoremele exclusiv prin construcţie introspectivă, se numeşte matematică intuiţionistă. În multe privinţe, ea deviază de la matematica clasică. În primul rînd, deoarece matematica clasică foloseşte logica pentru a genera teoreme, crede în existenţa adevărurilor necunoscute şi, în particular, aplică *principiul terţului exclus*, care exprimă faptul că orice aserţiune matematică (adică orice atribuire a unei proprietăţi matematice unei entităţi matematice) sau este adevărată sau nu poate fi adevărată. În al doilea rînd, deoarece matematica clasică se limitează ea însăşi la şiruri infinite *predeterminate* pentru care de la început al n-lea element este fixat pentru orice n. Datorită acestei limitări matematica clasică, pentru a defini numerele reale, are la dispoziţia sa doar şirurile infinite convergente predeterminate de numere raţionale. Plecînd de la numerele reale definite în acest fel, numai subspecii de specii numerabile întotdeauna neîncheiate de numere reale se pot construi cu ajutorul construcţiei introspective. Asemenea specii totdeauna neîncheiate fiind toate de măsura zero, matematica clasică, pentru a crea continuul

---

* Din 10-th *International Congress of Philosophy*, Amsterdam, 1940, Proceedings I, fasc. II (Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1940, p. 1 243—1 249).

Scanned with OKEN Scanner

plecînd de la puncte, are nevoie de un anumit proces logic care pleacă de la una sau mai multe axiome. Ca urmare, putem spune că analiza clasică, oricît de adecvată este ea pentru tehnică şi ştiinţă, are mai puţin adevăr matematic decît analiza intuiţionistă, care face compoziţia continuului considerînd speciile şirurilor de numere raţionale, care continuă liber, infinit convergente, fără a recurge la limbaj sau la logică.

În mod firesc, limbajele celor două şcoli matematice se deosebesc. Şi chiar în acele teorii matematice care sînt acoperite de un limbaj neutral, adică de un limbaj înţeles de amîndouă părţile, fiecare şcoală operează cu entităţi nerecunoscute de către cealaltă: există structuri intuiţioniste care nu se potrivesc nici unui cadru logic clasic şi există argumente clasice care nu se aplică nici unei imagini introspective. De asemenea, în teoriile menţionate, pentru entităţile matematice recunoscute de ambele părţi, se găsesc teoreme satisfăcătoare pentru o şcoală care, pentru cealaltă şcoală, sînt sau false, sau lipsite de sens, sau chiar contradictorii. În particular, teoreme care au loc în intuiţionism, dar nu în matematica clasică, se originează adesea în circumstanţa că, pentru entităţile matematice care aparţin unor anumite specii, atribuirea unei anumite proprietăţi impune un caracter special al modului constituirii lor din intuiţia fundamentală, rezultînd proprietăţi care pentru matematica clasică sînt false. Un exemplu izbitor este teorema intuiţionistă conform căreia funcţia completă a continuului unitate, adică o funcţie care atribuie un număr real oricărui număr real ne-negativ care nu depăşeşte unitatea, este necesar uniform continuă.

Pentru a elucida consecinţele respingerii principiului terţului exclus ca instrument pentru a descoperi adevăruri, vom reformula acest principiu în următoarea formă puţin modificată, intuiţionist mai adecvată, numită *principiul simplu al terţului exclus*:

Orice atribuire τ a unei proprietăţi unei entităţi matematice poate fi judecată, adică sau demonstrată sau redusă la absurditate.

Atunci, pentru o singură asemenea atribuire, enunţarea acestui principiu este non-contradictorie atît în matematica intuiţionistă, cît şi în cea clasică. Deoarece dacă ea ar fi

contradictorie, atunci absurditatea lui τ ar fi adevărată și absurdă în același timp, ceea ce este imposibil. Dealtfel, cum se poate demonstra ușor, pentru un număr *finit* de asemenea aserțiuni τ, enunțarea simultană a principiului este de asemenea non-contradictorie. Totuși, pentru enunțarea simultană a principiului pentru toate elementele unei specii *arbitrare* de asemenea aserțiuni τ această non-contradicție nu poate fi susținută.

De exemplu, din supoziția, pentru un număr real determinat c_1, că aserțiunea: c_1 *este rațional* a fost demonstrată ca fiind sau adevărată sau contradictorie nu se poate deduce nici o contradicție. Mai mult, $c_1, c_2, \ldots, c_m$ fiind numere reale, nici supoziția simultană, pentru oricare din valorile 1, 2, ..., m ale lui ν, că aserțiunea c_ν *este rațional* nu a fost demonstrată a fi sau adevărată sau contradictorie nu poate duce la contradicție. Cu toate acestea, supoziția simultană pentru *toate* numerele reale c că aserțiunea c *este rațional* a fost demonstrată a fi sau adevărată sau contradictorie duce la o contradicție.

Ca urmare, dacă formulăm *principiul complet al terțului exclus* astfel:

Dacă a, b și c sînt specii de entități matematice, dacă în plus atît a, cît și b formează părți ale lui c și dacă b constă din acele elemente ale lui c care nu pot aparține lui a, atunci c este identic cu reuniunea lui a cu b, ultimul principiu este contradictoriu.

Un corolar al principiului *simplu* al terțului exclus spune că, *dacă pentru o atribuire τ a unei proprietăți unei entități matematice non-contradicția, adică absurditatea absurdității, a fost stabilită, adevărul lui τ poate de asemenea fi demonstrat.*

Corolarul analog al principiului *complet* al terțului exclus este *principiul reciprocității complementarității*, care sună astfel:

Dacă a, b și c sînt specii de entități matematice, dacă, apoi, a și b sînt părți ale lui c și dacă b constă din elementele lui c care nu pot să aparțină lui a, atunci *a* constă din elementele lui *c*, care nu pot să aparțină lui *b*.

Un alt corolar al principiului *simplu* al terțului exclus este *principiul simplu al testabilității*, care spune că orice *atribuire τ a unei proprietăți unei entități matematice se*

Scanned with OKEN Scanner

poate t e s t a, adică se poate demonstra ca fiind sau non-contradictorie sau absurdă.

Corolarul analog al principiului *complet* al terţului exclus este următorul *principiu complet al testabilităţii:*

Dacă a, b, d şi c sînt specii de entităţi matematice, dacă fiecare dintre speciile a, b şi d formează părţi ale lui c, dacă b constă din elemente ale lui c care nu pot să aparţină lui a şi d din elementele lui c care nu pot să aparţină lui b, atunci c este identic cu reuniunea lui b şi d.

Pentru intuiţionism, principiul terţului exclus şi corolarele lui sînt aserţiuni σ asupra aserţiunilor τ, şi aceste aserţiuni σ numai atunci sînt „realizate", adică numai atunci poartă adevăruri, dacă aceste adevăruri au fost experienţiate.

Fiecare aserţiune τ a posibilităţii unei construcţii de un caracter finit delimitat într-un sistem matematic finit furnizează un caz de realizare a principiului terţului exclus, deoarece orice asemenea construcţie poate fi încercată numai într-un număr finit de căi particulare, şi fiecare încercare se dovedeşte a avea succes sau a fi nereuşită într-un număr finit de paşi.

Dacă aserţiunea unei absurdităţi este numită o *aserţiune negativă,* atunci orice aserţiune negativă furnizează un caz de realizare a principiului reciprocităţii complementarităţii. Pentru aceasta, fie α o aserţiune negativă, indicînd absurditatea aserţiunii β. Întrucît, pe de o parte, implicaţia adevărului unei aserţiuni *a* de adevărul aserţiunii *b* implică implicaţia absurdităţii lui *b* de către absurditatea lui *a,* pe cînd, pe de altă parte, adevărul lui β implică absurditatea absurdităţii lui β, concludem că absurditatea absurdităţii absurdităţei lui β, adică non-contradicţia lui α, implică absurditatea lui β, adică implică α.

Ca urmare a acestei realizări a principiului reciprocităţii complementarităţii, principiul testabilităţii şi al terţului exclus sînt echivalente în domeniul aserţiunilor negative. Căci, dacă pentru α are loc principiul testabilităţii, aceasta înseamnă că sau absurditatea absurdităţii lui β sau non-contradicţia absurdităţii lui β, adică, conform cu paragraful precedent, sau absurditatea absurdităţii lui β sau absurditatea lui β, adică sau absurditatea lui α sau α pot fi demonstrate, astfel că α satisface principiul terţului exclus.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru a da cîteva exemple care resping principiul terțului exclus și corolarele lui, vom introduce noțiunea de *drift*. Prin *drift* înțelegem reuniunea γ a unui șir fundamental convergent de numere reale $c_1(\gamma)$, $c_2(\gamma)$ ... numite *numerele-valori* ale driftului, și *numărul-limită* $c(\gamma)$ al acestui șir numit *nucleul* driftului, toate numerele-valori fiind separate unul de altul și față de nucleu. Dacă $c\nu(\gamma) < \circ\, c(\gamma)$ pentru orice ν driftul se va numi *limitat-la-stînga*. Dacă $c_\nu(\gamma) \circ > c(\gamma)$ pentru orice ν, driftul se va numi *limitat-la-dreapta*. Dacă șirul fundamental $c_1(\gamma)$, $c_2(\gamma)$... este reuniunea unui șir fundamental de *numere-valori-la-stînga* $l_1(\gamma)$, $l_2(\gamma)$,... astfel încît $l_\nu(\gamma) < \circ\, c(\gamma)$ pentru orice ν, și un șir fundamental de *numere-valori-la-dreapta* $d_1(\gamma)$, $d_2(\gamma)$, ... astfel încît $d_\nu(\gamma) \circ > c(\gamma)$ pentru orice ν, driftul se va numi *dublu-limitat*.

Fie α o aserțiune matematică pînă acum netestată și nici recunoscută ca testabilă. Atunci, în legătură cu această aserțiune și cu un drift γ subiectul creativ poate genera un șir care continuă infinit $R(\gamma, \alpha)$ de numere reale $c_1(\gamma, \alpha)$, $c_2(\gamma, \alpha)$, ... în conformitate cu următoarea indicație: atîta vreme cît în timpul alegerii lui $c_n(\gamma, \alpha)$ subiectul creativ nu a experimentat nici adevărul nici absurditatea lui α, orice $c_n(\gamma, \alpha)$ este ales egal cu $c(\gamma)$. Dar de îndată ce între alegerea lui $c_{r-1}(\gamma, \alpha)$ și a lui $c_r(\gamma, \alpha)$ subiectul creativ a experimentat fie adevărul, fie absurditatea lui α, $c_r(\gamma, \alpha)$, și la fel $c_{n+\nu}(\gamma, \alpha)$ pentru orice număr natural ν, este ales egal cu $c_r(\gamma)$. Acest șir $R(\gamma, \alpha)$ converge spre un număr real $D(\gamma, \alpha)$, care va fi numit *număr-de-control direct* al lui γ prin α.

Din nou, în legătură cu α și cu un drift dublu-limitat γ, subiectul creativ poate genera un șir care continuă infinit $S(\gamma, \alpha)$ de numere reale $\omega_1(\gamma, \alpha)$, $\omega_2(\gamma, \alpha)$ ..., în conformitate cu următoarea indicație: atîta timp cît în alegerea lui $\omega_n(\gamma, \alpha)$ subiectul creativ nu a experimentat nici adevărul, nici absurditatea lui α, oricare $\omega_n(\gamma, \alpha)$ este ales egal cu $c(\gamma)$. Dar, de îndată ce între alegerea lui $\omega_{r-1}(\gamma, \alpha)$ și aceea a lui $\omega_r(\gamma, \alpha)$ subiectul creator a experimentat adevărul lui α, $\omega_r(\gamma, \alpha)$, și la fel $\omega_{r+\nu}(\gamma, \alpha)$ pentru orice număr natural ν este ales egal cu $d_r(\gamma)$. De îndată ce între alegerea lui $\omega_{s-1}(\gamma, \alpha)$ și aceea a lui $\omega_s(\gamma, \alpha)$ subiectul creativ a experimentat absurditatea lui α, $\omega_s(\gamma, \alpha)$ și la fel

$\omega_{s+\nu}$"(γ, α) pentru orice număr natural ν, este ales egal cu $l_s(\gamma)$. Acest şir $S(\gamma, \alpha)$ converge spre un număr real $E(\gamma, \alpha)$ care va fi numit *număr-de-control oscilant* al lui γ prin α.

Fie γ un drift limitat la dreapta ale cărui numere-valori sînt raţionale. Atunci aserţiunea raţionalităţii lui $D(\gamma, \alpha)$ este testabilă, dar nu judecabilă, iar non-contradicţia ei nu este echivalentă cu adevărul ei. În plus, avem $D(\gamma,\alpha) > c(\gamma)$, dar nu $D(\gamma, \alpha) \circ > c(\gamma)$.

Fie γ un drift dublu-limitat ale cărui numere-valori sînt raţionale şi ale cărui numere-valori-la stînga sînt iraţionale. Atunci aserţiunea raţionalităţii lui $E(\gamma, \alpha)$ nu este nici judecabilă, nici testabilă, nici non-contradicţia ei nu este echivalentă cu adevărul ei. Mai mult $E(\gamma, \alpha)$ nu este nici $\geqq c(\gamma)$, nici $\leqq c(\gamma)$.

Credinţa îndelungată în validitatea universală a principiului terţului exclus în matematică este considerată de intuiţionism ca un fenomen al istoriei civilizaţiei de un acelaşi gen cu străvechea credinţă în raţionalitatea lui π sau în rotaţia universului în jurul unei axe trecînd prin pămînt. Intuiţionismul încearcă să explice lunga persistenţă a acestei dogme prin două fapte: primul, evidenta non-contradicţie a principiului pentru o singură aserţiune arbitrară; al doilea, validitatea practică a întregii logici clasice pentru un mare grup de *fenomene zilnice simple*. Ultimul fapt produce aparent o atît de puternică impresie, încît ideea că logica clasică a fost originară, devine o obişnuinţă de gîndire adînc înrădăcinată, care a fost considerată nu numai ca ultilă, ci chiar ca apriorică.

Evident, cîmpul de validitate al principiului terţului exclus este identic cu intersecţia cîmpurilor de validitate ale principiului testabilităţii şi principiului reciprocităţii complementarităţii. Dealtfel, primul cîmp de validitate este un subcîmp *propriu* al fiecăruia dintre ultimele două, după cum arată următoarele exemple.

Fie A specia numerelor-de-control-direct ale drifturilor cu numere-valori raţionale, B specia numerelor reale iraţionale, C reuniunea lui A şi B. Atunci toate aserţiunile raţionalităţii unui element al lui C satisfac principiul testabilităţii, în timp ce există aserţiuni ale raţionalităţii unui element din C care nu satisfac principiul terţului exclus. Toate

aserțiunile egalității a două numere reale satisfac principiul reciprocității complementarității, pe cînd există aserțiuni ale egalității a două numere reale care nu satisfac principiul terțului exclus.

În domeniul aserțiunilor matematice, proprietatea absurdității, ca și proprietatea adevărului, este o *proprietate universal aditivă*, adică, dacă ea are loc pentru orice element α al unei specii de aserțiuni, ea are loc de asemenea pentru aserțiunea care este reuniunea aserțiunilor α. *Această proprietate a aditivității universale nu se obține pentru proprietatea non-contradicției.* Totuși, non-contradicția posedă proprietatea mai slabă a *aditivității finite*, adică, dacă aserțiunile ρ și σ sînt non-contradictorii, aserțiunea τ, care este reuniunea lui ρ și σ, este de asemenea ne-contradictorie. Pentru aceasta să considerăm, pentru început, supoziția ω că τ este contradictorie. Atunci adevărul lui ρ va implica logic contradicția lui σ, care va fi în opoziție cu datele, astfel încît adevărul lui ρ este absurd, adică ρ este absurd. Această consecință a supoziției ω fiind în opoziție cu datele, supoziția ω este contradictorie, adică τ este non-contradictorie.

Aplicarea acestei teoreme la aserțiunile speciale non-contradictorii care sînt enunțările principiului terțului exclus pentru o singură aserțiune stabilește non-contradicția mai sus menționată a enunțării simultane a acestui principiu pentru un număr finit de aserțiuni.

În cadrul unor specii de entități matematice absurditățile a două aserțiuni neechivalente[2] pot fi echivalente. De exemplu, fiecare dintre următoarele trei perechi de aserțiuni neechivalente relative la un număr real a:

I 1. $a = a$;	I 2. sau $a \leqslant 0$ sau $a \geqslant 0$
II 1. $a \geqslant 0$;	II 2. sau $a = 0$ sau $a \circ> 0$
III 1. $a > 0$;	III 2. $a <\circ 0$

furnizează o pereche de absurdități echivalente.

În cadrul unor specii de entități matematice unor anumite absurdități ale proprietăților constructive li se poate da o formă constructivă. De exemplu, pentru un număr natural a absurditatea existenței a două numere naturale diferite de a și de 1 și avînd pe a ca produsul lor, este echivalentă cu existența, ori de cîte ori a este divizat

printr-un număr natural diferit de a şi de 1, a unui rest. La fel, pentru două numere reale a şi b relaţia $a \geqslant b$ introdusă mai sus ca o absurditate a unei proprietăţi constructive poate fi formulată în mod constructiv astfel: fie $a_1, a_2, \ldots$ şi $b_1, b_2, \ldots$ şiruri convergente infinite de numere raţionale definind pe a şi b respectiv. Atunci, pentru orice număr natural n, un număr natural m poate fi calculat astfel încît $a_\nu - b_\nu \circ> -2^{-n}$ pentru $\nu \geqslant m$.

Pe de altă parte, se pare că există o speranţă infimă pentru reducerea iraţionalităţii unui număr real a sau a uneia dintre relaţiile $a \neq b$ şi $a > b$ pentru numere reale a şi b, la o proprietate constructivă, dacă remarcăm că un număr-de-control direct al unui drift al cărui nucleu este raţional şi ale cărui numere-valori sînt iraţionale, este iraţional fără a fi separat de speciile numerelor raţionale; şi că un număr-de-control direct al unui drift arbitrar diferă de nucleul driftului fără a fi separat de el şi că un număr-de-control direct al unui drift limitat-la-dreapta se găseşte la dreapta nucleului driftului fără a fi separat de el.

Se întîmplă ca în cadrul speciilor entităţilor matametice unor necontradicţii ale proprietăţilor neconstructive ζ să li se poată da sau o formă constructivă (posibil, dar nu necesar, ca urmare a reciprocităţii complementarităţii care are loc pentru ζ) sau forma unei absurdităţi a unei proprietăţi constructive. De exemplu, pentru numerele reale a şi b, non-contradicţia lui $a = b$ este echivalentă cu $a = b$ şi non-contradicţia lui: *sau* $a = b$ *sau* $a \circ> b$ este echivalentă cu $a \geqslant b$, iar non-contradicţia lui $a \circ> b$ este echivalentă cu absurditatea lui $a \leqslant b$ ca şi cu absurditatea lui: *sau* $a = b$ *sau* $a <\circ b$.

Pe de altă parte, dacă concepem proprietatea non-contradicţiei raţionalităţii ca existînd pentru toate numerele-de-control direct ale driftului ale cărui numere-valori sînt raţionale, pare a exista o mică speranţă pentru reducerea non-contradicţiei raţionalităţii a unui număr real la o proprietate constructivă sau la absurditatea unei proprietăţi constructive.

Dacă înţelegem prin *simpla absurditate* a proprietăţii η absurditatea lui η şi *prin* $(n+1)$*—a absurditate* a lui η absurditatea lui a n*—a* absurditate a lui η, atunci o teoremă stabilită mai sus exprimă faptul că *tripla absurditate este*

Scanned with OKEN Scanner

echivalentă cu simpla absurditate. Și un corolar al acestei teoreme este că *n—a absurditate este echivalentă cu simpla sau dubla absurditate în conformitate cu faptul dacă n este impar sau par.*

Voi încheia aici. Sper că am clarificat faptul că intuiționismul, pe de o parte, aduce o subtilizare a logicii, iar, pe de altă parte, denunță logica ca sursă a adevărului. De asemenea, că matematica intuiționistă este o arhitectură interioară și că cercetările în fundamentele matematicii reprezintă o cercetare interioară cu consecințe revelatoare și eliberatoare și în domeniile non-matematice ale gîndirii.

NOTE

[1] Dacă pentru două numere reale a și b definite prin șiruri convergente infinite de numere raționale $a_1, a_2, \ldots$ și $b_1, b_2, \ldots$ respectiv, două numere naturale m și n se pot calcula astfel încît $b_\nu - a > 2^{-n}$ pentru $\nu \geqslant m$, scriem $b \circ > a$ și $a <\circ b$ și a și b se zic separate unul de altul. Dacă $a = b$ este absurd, scriem $a \neq b$. Dacă $a <\circ b$ este absurd, scriem $a \geqslant b$. Dacă atît $a = b$, cît și $a <\circ b$ sînt absurde, scriem $a > b$. Absurdităţile lui $a <\circ b$ și $a < b$ se demonstrează a fi reciproc echivalente, iar absurditatea lui $a \geqslant b$ se demonstrează a fi echivalentă cu $a < b$.

[2] Prin non-echivalență înțelegem absurditatea echivalenței, la fel cum prin non-contradicție noi înțelegem absurditatea contradicției.

Scanned with OKEN Scanner

PROCES ŞI EXISTENŢĂ ÎN MATEMATICĂ*

HAO WANG

Există o mare prăpastie între ceea ce se poate face în principiu şi ceea ce se poate face în practică. Adesea noi sîntem interesaţi în lărgirea domeniului ultimei activităţi. De aceea sînt importante asemenea tehnici ca folosirea notaţiei arabe, a tabelelor logaritmice şi a maşinilor de calcul. Sînt acestea numai practic importante sau sînt şi de un interes teoretic? Putem oare spune că semnificaţiile teoretice şi practice fuzionează în asemenea îmbunătăţiri fundamentale ale tehnologiei matematicii?

Nu este întotdeauna uşor să se traseze linia de graniţă între teoretic şi practic. Numerele de forma $2^{2^n} + 1$ se numesc numere-Fermat, deoarece Fermat a făcut conjectura că toate numerele de acest tip sînt prime. S-a demonstrat după Fermat că, pentru $n = 5, 6, 7, 8$, numerele-Fermat sînt compuse. O demonstraţie pentru fiecare caz a fost o lucrare matematică netrivială, chiar dacă, cu răbdare, aceste chestiuni pot fi stabilite simplu cu metodele obişnuite de calcul. S-ar putea spune că demonstraţiile ne oferă tehnici noi de decizie pentru probleme care ar putea fi altfel rezolvate prin calcule laborioase neinteresante.

În matematică, introducerea unor tehnici noi este importantă, iar definiţiile servesc la introducerea unor noi tehnici. Este de aceea eronat să se vorbească despre ele ca despre „simple abrevieri". Chiar dacă, după ce s-a descoperit

---

* Fragmente din studiul *Process and Existence in Mathematics* din *Essays on the Foundations of Mathematics dedicated to A. A. Fraenkel on his seventieth anniversary*, The Magnes Press, Jerusalem, 1961.

o demonstraţie a unei teoreme în teoria numerelor, este posibil să se elimine termenii definiţi şi să se traducă demonstraţia în notaţia primitivă a teoriei mulţimilor, demonstraţia tradusă nu ar fi fost descoperită de cineva care ar fi lucrat exclusiv cu notaţia primitivă a teoriei mulţimilor. Nici n-ar putea să înţeleagă corect demonstraţia tradusă chiar dacă ar fi conştient de definiţii. Dacă este dată numai teoria mulţimilor dar definiţiile de legătură cu aritmetica lipsesc, atunci noi nu avem încă aritmetica în întreaga ei forţă, deoarece nu am dori şi nu am putea, practic, să facem demonstraţiile şi calculele aritmetice în teoria mulţimilor. Dacă sînt date atît teoria mulţimilor, cît şi definiţiile de legătură, noi continuăm să facem aritmetică ca şi mai înainte, dar avînd conştiinţa faptului că există un sens în care demonstraţiile şi calculele noastre pot fi traduse în teoria mulţimilor. Dar a face aritmetică este încă un lucru diferit de a face teoria mulţimilor. Noi nu modificăm maniera noastră de a face aritmetică. Acesta este sensul în care aritmetica nu a fost redusă la teoria mulţimilor şi, într-adevăr, ea nu este reductibilă la teoria mulţimilor.

Trebuie să reducem matematica la teoria abstractă a mulţimilor sau să scoatem teoria mulţimilor afară din matematică prin scoaterea acestei căptuşeli. În analiză găsim anumite numere reale ca π şi e de o semnificaţie specială. Într-un fel sau altul sîntem conduşi la căutarea unei teorii generale a numerelor reale. Întrucît dorim ca teoria să fie generală, vom postula mai multe numere reale pentru a face suprafaţa netedă. Cînd găsim că numerele reale, numerele naturale şi multe alte lucruri pot fi toate tratate ca mulţimi, sîntem induşi să căutăm o teorie generală a mulţimilor. Atunci noi adăugăm multe alte mulţimi pentru a face ca suprafaţa să apară netedă. „Dacă mesele, scaunele, dulapurile etc. sînt înfăşurate în suficientă hîrtie, cu certitudine că ele vor arăta în final sferice". În acest proces, pierdem distincţiile dintre mulţimile interesante şi cele neinteresante, dintre numerele reale utile şi cele nefolositoare. Pentru a redobîndi distincţiile, va trebui să scoatem căptuşeala. Am putea oare să descriem acest proces invers ca reducere (...) a teoriei abstracte a mulţimilor la matematică?

Scanned with OKEN Scanner

Dacă gîndim în termenii propoziţiilor adevărate despre numerele naturale, atunci teoria mulţimilor este de asemenea reductibilă la aritmetică cel puţin în sensul că, dat fiind orice sistem formal consistent pentru teoria mulţimilor, se poate găsi o traducere astfel încît toate teoremele să devină propoziţii aritmetice adevărate. Acelaşi lucru este adevărat despre orice altă ramură a matematicii, luînd în considerare posibilitatea unei reprezentări aritmetice a sistemelor formale. Deci, putem spune de asemenea că întreaga matematică este reductibilă la aritmetică, dar într-un sens complet diferit de acela în care s-a vorbit, de exemplu, de aritmetizarea analizei. Aritmetizarea logicii implică o schimbare a subiectului de la a se vorbi despre ciase etc. la a se vorbi despre modul cum noi vorbim.

Se obişnuieşte să se folosească sistemele formale ca instrumente pentru separarea argumentelor dezirabile de cele indezirabile. Sistemele formale sînt construite după principiul-ghid că, dacă un argument este găsit ca fiind eronat, toate argumentele de acelaşi *gen* vor fi excluse. Aceasta dă impresia că sîntem mai puţin arbitrari în excluderea anumitor argumente, deoarece respingem nu numai un argument particular, ci toate argumentele de tipul lui. Dat fiind orice argument, există inevitabil un element de arbitrar în orice încercare de a determina genul căruia îi aparţine, adică de a explica dificultatea. Într-adevăr, există foarte multe căi diferite prin care putem determina categoria de bază a unui argument. Nu va trebui să utilizăm chiar sistemele formale pentru acest scop special.

Să presupunem dat un grup de teoreme şi un sistem formal în care se pot realiza demonstraţiile acestor teoreme şi că se descoperă o contradicţie în sistemul formal. Sistemul este prin aceasta discreditat. Ce se întîmplă cu teoremele care au fost original descoperite fără legătură cu acest sistem formal? Este adevărat, există acum o metodă unificatoare de a demonstra toate aceste teoreme *în sistemul formal*, deoarece există un principiu general acceptat că o contradicţie implică orice. Putem totuşi distinge demonstraţiile sistemului care trec prin contradicţii de acelea care nu fac acest lucru. Orice propoziţie a sistemului are o

demonstraţie de primul gen, dar nu şi una de al doilea gen.

Distruge inconsistenţa sistemului formal valoarea acelor demonstraţii care nu trec prin contradicţii? Prima întrebare este, desigur, ce valoare ataşăm noi demonstraţiilor cu care am început. Sîntem noi originar interesaţi de demonstraţii pe considerentul frumuseţii lor, sau pe acela al adevărului sau utilităţii concluziilor pe care ele le stabilesc? Demonstraţiile într-un sistem inconsistent sau un sistem necunoscut a fi consistent pot avea adesea o valoare euristică: de exemplu, există teoreme ale teoriei numerelor care au fost la început demonstrate cu metodele analizei şi apoi au primit demonstraţii mai elementare.

Explicaţia existenţei matematice în termenii consistenţei apare a fi o amăgire ocolită: întrucît nu putem da o caracterizare pozitivă corespunzătoare tuturor obiectelor matematice, spunem că în matematică tot ceea ce nu este imposibil este real. Pe de o parte, constructibilitatea pare a lăsa în afară anumite obiecte matematice dezirabile punîndu-ne în faţa problemei explicării existenţei unei construcţii. Pe de altă parte, o lume platonică a ideilor, spre deosebire de lucrurile materiale existente în spaţiu şi timp care formează baza ştiinţelor fizice, pare a avea o foarte mică putere explicativă în matematică.

Definiţia clasică a cuantificatorului existenţial în termenii cuantificatorului universal are izul identificării existenţei cu consistenţa, pe cînd experienţa noastră cu lumea fizică ne sugerează că deşi actualul nu este imposibil, posibilul nu există întotdeauna. Pe cînd în fizică există o distincţie naturală între lucruri şi legi, legile şi construcţiile par a fi preponderente în matematică. Fenomenalismul radical este eronat şi inutil atîta vreme cît ne interesează fundamentele cunoaşterii empirice, dar chiar acolo distincţia fundamentală este ezitant păstrată în entităţile dubioase reprezentate de datele sensibile. Obiectele matematice însă sînt în primul rînd conexiuni, relaţii şi structuri.

Practicarea matematicii ar putea chiar să accentueze o anume interpretare care să considere matematica ca studiul istoriei naturale a numerelor şi claselor. Ca o poziţie

filosofică, o asemenea concepţie ar duce prea repede la misticism şi ar face o filosofie logică a matematicii aproape imposibilă, exceptînd poate un gen de poezie metafizică.

Dacă, de exemplu, numeralele sînt tratate ca nume proprii, atunci nu mai are sens întrebarea dacă întregii pozitivi există, întrucît astfel numeralele nu ar mai fi nume proprii. Întrebarea asupra existenţei trebuie orientată asupra satisfiabilităţii unei proprietăţi, relaţii, condiţii, teorii: există un obiect oarecare sau o mulţime oarecare de obiecte cu o structură corespunzătoare care satisfac o condiţie dată? Există spaţii neeuclidiene întrucît axiomele geometriilor neeuclidiene au modele în geometria euclidiană. Există numere complexe întrucît axiomele lor pot fi satisfăcute de perechi de numere reale. Fiecare număr complex particular, de exemplu i, are o existenţă derivată ca un constituant al structurii complete a numerelor complexe, satisfăcînd anumite relaţii cu alte numere complexe.

Este cunoscut că asemenea consideraţii de modelare se încheie în general cu numerele pozitive şi cu continuul: există în orice caz un gen de circularitate în explicarea existenţei prin consistenţă şi a consistenţei prin satisfacere. Avem nevoie de o anume substanţă fundamentală cu care să începem: în ce sens există ea?

Pare rezonabil să se presupună că dacă o teorie este consistentă, ea trebuie să aibă o anumită interpretare. Poate fi foarte dificil să se construiască un model, dar cum poate fi o teorie consistentă şi totuşi să nu fie satisfăcută de nici un model în general? Teorema fundamentală a logicii dă un răspuns exact pentru teoriile formulate ca sisteme formale în cadrul logicii, adică al teoriei cuantificatorilor: orice asemenea teorie, dacă este consistentă, are un model relativ simplu în teoria întregilor pozitivi, simplu în sensul că vor fi suficiente doar predicate de ordin inferior în ierarhia aritmetică.

Deci, putem observa că întrebarea fundamentală poartă asupra sensului în care întregii pozitivi există. Mai exact, ne interesează existenţa unei structuri sau a unei relaţii care va satisface axiomele aritmeticii; întregii pozitivi individuali vor căpăta o existenţă derivată într-o asemenea structură.

Scanned with OKEN Scanner

Pare, la prima vedere, că demonstraţiile de consistenţă ale teoriei demonstraţiei ale axiomelor aritmeticii oferă o soluţie finitistă (modificată) la această întrebare şi că traducerea în sistemul intuiţionist al aritmeticii dă o soluţie intuiţionistă problemei. Dacă aceasta ar fi într-adevăr astfel, ne-am putea concentra asupra a ceea ce Hilbert numeşte inima-tare combinatorie a gîndirii matematice sau asupra a ceea ce Brouwer numeşte intuiţia fundamentală a lui doi-în-unul. Există, totuşi, un număr de dificultăţi care acompaniază incompletitudinea axiomelor aritmeticii.

Traducerile aritmetice ale teoremelor din sistemele obişnuite ale teoriei mulţimilor adesea nu mai sînt teoreme ale sistemelor obişnuite ale aritmeticii. Ca rezultat, o teoremă de consistenţă a axiomelor aritmeticii nu rezolvă problema consistenţei a analizei clasice sau a teoriei mulţimilor. Chiar în demonstraţiile de consistenţă ale aritmeticii apare existenţa unei indeterminări în noţiunea de demonstraţie finitistă.

Dealtfel, există o alegere între diferite sisteme de axiome ale aritmeticii nu numai în sensul simplu că există formulări echivalente alternative cum sînt cele familiare ale geometriei euclidiene, ci în sensul mai adînc că extensiile mulţimii obişnuite a axiomelor aritmetice par a fi absolut naturale, de exemplu adăugarea inducţiei transfinite pînă la primul număr epsilon. Aceasta tinde să ne indice că există ceva absolut în conceptul de număr şi că noi doar îl aproximăm gradual prin experimentări mintale. Sau, cel puţin, că nu avem un control complet asupra intenţiilor şi a construcţiilor noastre mintale, care, odată existente, tind să trăiască o viaţă independentă.

Într-o direcţie diferită, existenţa sistemelor consistente care nu au modele standard (de exemplu sînt omega-inconsistente) indică o anume discrepanţă între existenţă şi consistenţă. Axiomele obişnuite cer ca anumite mulţimi de numere să existe dar rămîn mute în ceea ce priveşte lucrurile care trebuie excluse. Pe această bază, noi putem adăuga numere nenaturale la cele naturale fără a viola axiomele şi, într-adevăr, putem să adăugăm consistent noi axiome pentru a cere că trebuie să existe şi numere nenaturale. S-ar putea argumenta raţional că deşi aceste numere nenaturale sînt cerute prin axiomele unui sistem consistent,

nu se va spune că ele există. O asemenea poziţie va răsturna identificarea simplă a consistenţei cu existenţa.

Există tentaţia de a se trece prin problemele fundaţionale folosind regula neconstructivă a inducţiei (omega-regula) şi conceptele semantice asemănătoare pentru a caracteriza toate propoziţiile adevărate în aritmetică, analiza clasică şi teoria mulţimilor. În această manieră, desigur, numerele nenaturale, de exemplu, sînt excluse prin principiile fundamentale. Totuşi nu se dă o mare explicaţie, întrucît ceea ce trebuia explicat este luat ca admis. Cu ea, se acceptă mai mult ceea ce este o proiecţie prin analogie a finitului în infinit. Noi nu putem niciodată merge într-un calcul printr-o infinitate de paşi sau să folosim o infinitate de premise într-o demonstraţie, dacă nu am reuşit într-un fel să rezumăm aceşti infinit de mulţi paşi într-o schemă finită într-o manieră informativă. Atît inducţia matematică, cît şi inducţia transfinită constituie principii prin care noi facem inferenţe după ce am găsit prin experimentări mintale două premise corespunzătoare care rezumă într-un tot premisele infinit de multe necesare. Un scop esenţial al activităţii matematice este să proiecteze metode prin care infinitatea să poată fi tratată de un intelect finit. Postularea unui intelect infinit are un conţinut pozitiv foarte mic, dacă exceptăm faptul că el ar face întreaga activitate matematică nenecesară.

Poate părea paradoxal că, de exemplu, axiomele lui Peano, în particular o formulare explicită alternativă doar cu un număr finit de axiome, trebuie să conţină atît de multe surprize. Lucrul esenţial este, desigur, posibilitatea aplicării iterate a aceloraşi reguli vechi, mereu şi mereu într-un număr nelimitat de combinaţii. Tocmai din această cauză demonstrarea consistenţei unui asemenea sistem nu este o treabă uşoară.

Cu privire la natura continuului, există dificultăţi conceptuale de un ordin diferit de acela care confruntă întregii pozitivi. Acesta are de-a face în mare măsură cu folosirea definiţiilor impredicative în sistemele formale uzuale ale analizei clasice. O indicaţie asupra acestei diferenţe este faptul că o demonstraţie de consistenţă comparabilă, informativă, nu este disponibilă pentru orice sistem formal

Scanned with OKEN Scanner

al analizei clasice, care este natural în acelaşi sens ca sistemul obişnuit al aritmeticii. Este firesc să se spună că pe baza cunoaşterii noastre prezente avem deplină încredere în capacitatea de a proiecta doar demonstraţii de consistenţă pentru sisteme predicative.

Cîteva alternative pentru a se trata continuul au fost sugerate.

Pare dezirabil să se dezvolte în continuare şi să se studieze mai formal teoria lui Brouwer, prezentată de asemenea de Weyl, cu distingerea şirurilor de alegeri efective şi libere.

Există maniera limitării mulţimilor, în particular mulţimile de întregi pozitivi, la o anume totalitate mai puţin neconstructivă care posedă proprietăţi de închidere adecvate, de exemplu: teoria mulţimilor hiperaritmetică sau un anumit domeniu de determinat al teoriei predicative a mulţimilor.

O a treia modalitate este utilizarea a ceea ce Bernays numeşte principiul cvasicombinatorial pentru a justifica formularea impredicativă a analizei clasice. Aceasta depinde de o generalizare naturală, dar necontrolată a unei situaţii cu mulţimi finite pînă la mulţimi infinite. O mulţime de întregi pozitivi sau conţin 1 sau nu, sau conţin 2 sau nu etc., deci trebuie să existe $2_{\aleph_0}$ mulţimi posibile care includ toate mulţimile de numere definibile în orice teorie a mulţimilor. În timp ce aceasta oferă un gen de model inaccesibil pentru continuu, ea nu produce o demonstraţie de consistenţă în sensul teoriei demonstraţiei. Cea mai importantă problemă matematică asupra continuului apare a fi aceea a demonstraţiei de consistenţă de tipul teoriei demonstraţiei pentru un sistem formal familiar oarecare, adecvat formulării impredicative a analizei clasice.

În acest scop, ca şi în scopul demonstrării consistenţei sistemelor predicative, problema centrală este să se rearanjeze prin experimentări mintale întregii pozitivi pentru a forma şiruri corespunzătoare bine-ordonate şi să se vadă că aranjamentele sînt într-adevăr bine-ordonate. În acest fel se justifică aplicarea principiului inducţiei transfinite relativ la asemenea rearanjări. Asemenea bine-ordonări constituie fapte solide asupra structurilor matematice.

Scanned with OKEN Scanner

Pare că atîta vreme cît gîndurile matematice se exprimă în limbaj şi simbolism nu există o raţiune constrîngătoare pentru a se depăşi a doua clasă de numere.

Există alte puncte de vedere care sînt oarecum prea unilaterale în măsura în care se referă la fundamentele matematicii. Algebriştii tind să privilegieze un punct de vedere abstract. Se spune de obicei că teoria grupurilor conţine esenţa întregii matematici. Deoarece, totuşi, grupurile sînt de atît de multe tipuri diverse şi atît de multe elemente li se pot adăuga pentru a genera alte structuri, teoria grupurilor nu oferă caracterizări corecte conceptelor şi metodelor fundamentale ale matematicii.

Uneori se crede că fundamentele matematicii se pot obţine pe baza lucrurilor fizice. Date fiind lucrurile fizice, putem gîndi mulţimi de asemenea lucruri, mulţimi de mulţimi de lucruri ş.a.m.d. Dacă cineva nu recunoaşte deloc construcţiile ideale, atunci nu există mulţimi vide, şi o mulţime-unitate este identică cu singurul ei membru. Mai mult, nu există mulţimi, ci doar sume, astfel că, de exemplu, $\{\{x, \{y, \{x, y\}\}\}\}$, $\{\{x, \{x, y\}\}\}$, $\{y, \{x, y\}\}$ sînt ambele identice cu $\{x, y\}$. În orice caz, dacă nu admitem că există infinit de multe lucruri fizice sau nu permitem repetarea infinită a procesului de formare de noi mulţimi, nu putem ajunge la întregii pozitivi. Asemenea abordări tratează infinitul numai ca o reflecţie ulterioară. Ele sînt, de aceea, necorespunzătoare pentru studiul matematicii, a cărei esenţă este infinitul. Dealtfel, este dificil să se dea o semnificaţie ipotezei că există infinit de multe lucruri fizice.

Scanned with OKEN Scanner

Secţiunea a IV-a

EPISTEMOLOGIA FIZICII

Scanned with OKEN Scanner

INTRODUCERE

Fizica a rămas şi astăzi paradigma ştiinţei. Fizica modernă, cuprinzînd dezvoltările specifice ale fizicii din perioada ce s-a scurs de la începutul acestui secol, reprezintă nu numai o extindere a teoriilor fizicii la un uriaş domeniu de fenomene, de la galaxii, nebuloase şi stele la atomi şi la particulele elementare, ci şi trecerea la un nou mod de a gîndi în ştiinţă, la un nou nivel de înţelegere. Trăsăturile acestui model de gîndire s-au elaborat într-o adîncă frămîntare, prin confruntarea atentă a noilor teorii cu noile fapte experimentale, prin meditaţia încordată asupra demersurilor cognitive şi asupra valorii metodelor întrebuinţate. Ele se referă în primul rînd la modificarea celor două caracteristici care defineau profilul metodologic şi epistemologic al fizicii clasice: experimentul şi matematizarea. Teoria relativităţii şi mecanica cuantică, cele două teorii fundamentale ale secolului al XX-lea, au pus bazele unei noi metode de teoretizare şi unui nou tip de experimentare. În comparaţie cu experimentele clasice, „experimentele moderne sînt mult mai complexe; din cauză că datele necesită o amplă interpretare, intervine un nivel ridicat de «abstractizare». Obiectele sau procesele supuse măsurării sînt fie de domeniul atomic şi nuclear, fie de domeniul galaxiilor şi al quasarilor etc. Instrumentele necesare pentru obţinerea şi înregistrarea datelor sînt foarte complicate. În final nu obţinem decît o serie de numere, adesea doar cîteva linii negre pe o placă fotografică. Aceste date nu au nici un înţeles pînă nu sînt interpretate cu cea mai mare grijă, iar această interpretare comportă un lung lanţ de argumente, a căror validitate

Scanned with OKEN Scanner

depinde de şirul consecutiv al teoriilor, de la mecanică pînă la mecanica cuantică[1]". În altă ordine de idei, experimentul fizic actual nu mai admite idealizările clasice, transformarea măsurării şi observării în procese ideale care lasă în afara analizei interacţiunea inevitabilă dintre instrument şi obiectul de studiat, ca şi alte condiţii care limitează precizia oricărei măsurători. În noile condiţii ale cercetării, aparatelor de măsură nu li se mai atribuie doar funcţia de precizare, de mărire a acuităţii observării, ci se afirmă tot mai mult rolul lor în constituirea obiectivităţii în fizică.

Tipul de matematică folosit este foarte sugestiv pentru idealul epistemologic al ştiinţei respective. Calculul diferenţial şi matematica continuului corespundeau fizicii clasice, metoda ştiinţifică fiind în general modelată pe ideea ecuaţiei diferenţiale, ecuaţie care dădea forma legilor naturii şi tipul determinismului cercetat. Fizica actuală apelează mai ales la matematica *structurilor şi a simetriei*, teoria matricelor, teoria algebrei şi a grupurilor şi la matematica probabilităţii şi statisticii. Noua matematică extrem de abstractă i-a dat posibilitate fizicianului să pătrundă în domeniile mult mai complexe ale lumii atomice. O legătură remarcabilă se poate stabili între matematizarea şi instrumentalizarea fizicii contemporane. După cum observa J.Piaget, „examinarea procedeelor matematice de a interpreta experienţa permite constatarea că pe terenul microcosmic există o solidaritate neîntîlnită aiurea între operaţiile matematice utilizate în deducţia faptelor şi acţiunile care permit punerea în evidenţă a acestora"[2]. În mod efectiv, „observabilele" detectate prin acţiunea experimentală asupra realului se traduc matematic sub forma operatorilor care prelungesc, simbolizînd-o, această acţiune însăşi. Sensul operatorilor — considera Bachelard — nu se reduce doar la traducerea unei realităţi, a unei realităţi pur şi simplu exterioară nouă, întrucît exprimă în acelaşi timp şi posibilitatea acţiunilor exercitate asupra realului.

Matematizarea fizicii şi experimentul modern determină noua modalitate de constituire a valorilor fundamentale ale cunoaşterii fizice: obiectivitatea şi certitudinea. Ambele presupun luarea în considerare a interacţiunii dintre subiect şi obiect, dintre fenomen şi instrumentul de măsură.

Scanned with OKEN Scanner

„Dacă dorim să fim obiectivi, trebuie să recunoaştem participarea umană în procesul ştiinţific pentru a avea posibilitatea de a o estima. Tot aşa, dacă dorim să obţinem certitudine, trebuie să recunoaştem interacţiunea dintre fenomen şi cercetător (sau instrumentul de măsură) pentru a avea posibilitatea de a estima valoarea erorii în conformitate cu principiul de nedeterminare. Negarea factorului uman în ştiinţă face imposibilă obţinerea atît a obiectivităţii cît şi a certitudinii"[3].

Fizica actuală este o ştiinţă de un nivel superior de abstracţie. Ea se interesează în primul rînd nu de proprietăţile „obiective" ale entităţilor permanente şi stabile, ci de relaţiile şi de structurile care unifică mai multe entităţi. Acest tip superior de abstracţie este învederat de rolul conceptelor de ordine şi de simetrie folosite în caracterizarea proceselor „elementare". În lumina lor ne apare construcţia obiectivităţii cunoaşterii ; spre deosebire de afirmarea permanenţei unor proprietăţi ale unei entităţi, obiectivitatea se obţine prin invarianţă, apoi prin simetrie (caracterizînd grupul de transformări care se referă la proprietăţile sistemului), în această ordine progresivă a abstractizării.

Teoriile fizice actuale evidenţiază dubla mişcare a progresului ştiinţific, constructivă şi reflexivă. Principiul de corespondenţă şi ideea autocorecţiei reglează mersul cunoaşterii fizice. Corespondenţa asigură continuitatea evoluţiei teoriilor, integrarea progresivă a corpului de cunoştinţe, pe cînd autoreglarea asigură ca acesta, deşi corect constituit, să rămînă deschis, supus revizuirii. „Ştiinţa este «deschisă la ambele capete» ; ea împinge înainte graniţa cunoaşterii şi în acelaşi timp revizuieşte cunoaşterea pe care se bazează propriul său progres"[4].

Transformările structurale produse în fizica secolului nostru au angajat în mod necesar şi reflecţia epistemologică. Situaţia epistemologiei fizicii este oarecum analoagă cu aceea a epistemologiei matematicii. Pe de o parte, întîlnim prelungiri ale marilor variante ale epistemologiei filosofice, dezvoltate însă cu un plus de tehnicitate şi asimilîndu-şi o perspectivă multiplă, făcînd apel la o diversitate de metode de analiză a cunoaşterii; pe de altă parte, fizica modernă şi-a încorporat în structura ei un moment reflexiv-metateoretic, tinzînd să rezolve cu propriile ei mijloace probleme-

Scanned with OKEN Scanner

le de fundament. Cercetările din epistemologia fizicii şi-au pierdut parţial caracterul lor filosofic, căpătînd şi un caracter de cercetare fizică, utilizînd instrumente logico-matematice sau experimentale proprii.

În acest domeniu al cercetării specializate a fundamentelor, al epistemologiei interne a fizicii, se pot cita numeroase rezultate remarcabile: punerea în evidenţă a unor principii reglative în constituirea teoriilor fizice, relevarea rolului constantelor universale în stabilirea raportului dintre diferitele teorii fizice, cercetarea completitudinii, consistenţei sau caracterului logic-închis al teoriilor, detectarea infrastructurii logice a teoriilor, a postulatelor şi a ipotezelor lor ontologice subiacente etc. Discuţiile asupra fundamentelor teoriilor fizice actuale au condus la noua înţelegere a ideilor de „realitate fizică", obiectivitate, completitudine a descrierii fizice, sau a problemei măsurării. Toate aceste probleme cer pentru a fi soluţionate, pe lîngă critica filosofică sau analiza general-metodologică, intervenţia explicită a mijloacelor fizicii, dublată de o cercetare logică sintactico-semantică şi de una informaţional-teoretică.

Printre rezultatele cele mai importante ale epistemologiei interne a fizicii trebuie să trecem elaborarea unor concepte sau principii a căror valoare metateoretică depăşeşte cadrele fizicii: principiul de corespondenţă, principiul relativităţii, ideea complementarităţii. Ultima a trezit cele mai mari polemici teoretice şi filosofice. Conceptul complementarităţii, introdus în fizică de Bohr pentru a indica căile „restaurării" ordinii logice aparent încălcate de noile descoperiri din fizica cuantică, a fost considerat adesea „cel mai semnificativ rezultat pentru filosofie pe care l-a cristalizat fizica modernă, de o importanţă capitală pentru alte domenii ale ştiinţelor naturii", desemnînd o „cale a gîndirii ştiinţifice absolut nouă, fundamental deosebită de gîndirea ştiinţifică clasică"[5]. Noţiunea complementarităţii, considera Bohr, subliniază condiţiile logice pentru descrierea şi înţelegerea experienţei în fizica atomică. Ulterior ea a fost supusă unor multiple cercetări: logice („logicile complementarităţii"), matematice (lucrările lui J. von Neumann), experimentale. În interpretarea lui Bohr, complementaritatea corespunde unei concepţii epistemologice asupra fizicii cuantice, caracterizînd „stilul" ei, definit prin

abaterea de la principiile obişnuite ale descrierii naturii. „O astfel de abatere caracterizează noua dezvoltare a fizicii generată încă din primul an al acestui secol prin descoperirea cuantei universale de acţiune de către Planck"[6]. Esenţa modului de descriere complementar constă în cerinţa aplicării alternative în analiza fenomenelor cuantice a claselor de noţiuni, a schemelor şi a idealizărilor clasice contradictorii, necesare pentru redarea exhaustivă a informaţiei despre procesele cuantice. În general, această cerinţă se exprimă prin necesitatea reprezentării realului prin serii conceptuale, nici una dintre ele, luată izolat, neepuizîndu-l, absolutizarea unor scheme perturbînd utilizarea seriilor complementare. Ideea complementarităţii reflectă un stadiu al cunoaşterii actuale şi, în acelaşi timp, sugerează o cale pentru evoluţia ei viitoare. Stadiul acestei cunoaşteri, spunea Bohr, se caracterizează prin coexistenţa „adevărurilor profunde", a teoriilor constituite din afirmaţii pentru care afirmaţiile contrare cuprind de asemenea adevăruri profunde. Calea spre depăşirea acestui stadiu, pentru instaurarea unei teorii în care ordinea logică ne va permite să eliminăm adevărurile profunde este sugerată de ideea complementarităţii prin presupunerea unui orizont ştiinţific şi epistemologic mai profund, faţă de care cel actual se constituie ca orizont de referinţă, în care schemele şi idealizările care apar acum contradictorii se vor dovedi doar complementare. „Astfel, introducerea eficace a ideii complementarităţii ia aspectul unei experienţe metafizice în care printr-o schimbare de perspectivă o opoziţie polară se transformă într-o opoziţie complementară"[7].

Se afirmă adesea că rezultate demne de luat în seamă în epistemologia fizicii s-au obţinut doar în domeniul cercetării specializate a fundamentelor. Totuşi, această cercetare reflexivă internă nu se poate elibera complet de influenţele filosofice, nu se poate constitui într-un domeniu strict autonom. Ca şi în cazul matematicii, ea a rămas deschisă spiritului filosofic, organizîndu-se interior în tendinţe care reflectă atitudinile gneoseologice. Caracterul deschis al cunoaşterii fizice se manifestă astfel încă într-un sens esenţial: deschiderea la experienţă a teoriei este dublată de o deschidere a acesteia faţă de nivelele superioare ale reflecţiei filosofice.

Scanned with OKEN Scanner

La nivelul marilor variante filosofice ale epistemologiei fizicii se constată aceeaşi convergenţă a tendinţelor spre o înţelegere unitară a cunoaşterii fizice. Deşi unitatea interpretărilor epistemologice este doar o posibilitate şi o speranţă, ne aflăm astăzi departe de momentele de exclusivism, cînd interpretările păreau ireductibile. Teoriile care mai înainte păreau opuse se dovedesc astăzi, graţie evoluţiei lor interne, dar şi prin modificarea percepţiei lor, printr-o reevaluare a lor, a fi compatibile. Empirismul logic, care a dominat mai mult de două decenii filosofia fizicii, a formulat o exigenţă valabilă şi fundamentală din care trebuie să deducem toate implicaţiile: necesitatea analizei formalizante pentru a reînnoi toate problemele epistemologice. Analiza logică a conceptelor fizicii a fost însă uneori îndreptată pe căi colaterale, cum ar fi izolarea elementelor teoriei ireductibile la entităţi observabile şi respingerea lor ca pure ficţiuni. O asemenea tentativă o întîlnim în unele lucrări neopozitiviste, care, printr-o interpretare eronată a unor rezultate ale analizei logice a ştiinţei, cum ar fi teorema lui Craig sau procedeul lui Ramsey referitoare la substituirea funcţională a termenilor teoretici, argumentează un punct de vedere instrumentalist asupra statutului cognitiv al teoriei fizice. Într-o manieră analoagă proceda P. W. Bridgman cînd acuza teoria generalizată a relativităţii de faptul că unele dintre noţiunile ei de bază nu ar avea sens experimental sau operaţional. Riscurile acestei atitudini sînt mari. În acest sens, fizica ne-a dat o lecţie epistemologică directă: elementele logic superflue sau redundante într-o teorie pot avea o mare valoare euristică pentru dezvoltarea teoriei în direcţii noi. De exemplu, mecanica analitică clasică, cu toate conceptele ei noi (variabile canonic conjugate, funcţia Hamilton-Jacobi etc.), nu adaugă o informaţie nouă conţinutului fizic al teoriei lui Newton. Şi totuşi, ce mare importanţă au avut conceptele ei în crearea şi dezvoltarea teoriei cuantice!

Paralel cu dezvoltarea fizicii actuale are loc şi o apropiere a epistemologiilor mai vechi care s-au înfruntat permanent pe terenul fizicii: realismul şi raţionalismul. Acest fapt apare în cel mai înalt grad în opera unor fizicieni ca Einstein, Planck, Born, de Broglie ş.a. Pe de o parte, realismul s-a purificat de unele ipoteze care constituiau

simple prelungiri ale presupoziţiilor simţului comun, recunoscînd faptul că teoria fizică construieşte un model al universului, o reconstrucţie conceptuală a lucrurilor mai ales simbolică, incompletă şi aproximativă, nu una iconică, exhaustivă şi finală. Realismul epistemologic actual s-a deplasat spre un *realism al construcţiei*, abandonînd poziţia *realismului constatării*, corespunzînd trecerii de la postularea unui obiect cu o valoare reală directă în experienţa comună la un obiect construit, precedat de o teorie. Pe de altă parte, raţionalismul s-a adaptat evoluţiei ştiinţei, părăsind apriorismul şi limitarea la un singur mod de raţionalizare a lumii, asimilîndu-şi ideea devenirii raţiunii, pluralitatea tipurilor de însuşire raţională a lumii. Se profilează astfel posibilitatea unei interpretări epistemologice unitare a fizicii. Este însă doar o posibilitate şi o speranţă, cu toate incertitudinile şi surprizele ei.

NOTE

[1] E. Hutten, *Ideile fundamentale ale fizicii*, Bucureşti, Editura Enciclopedică Română, 1970, p. 10.

[2] J. Piaget, *Introduction à l'épistemologie génétique*, Paris, P.U.F., 1951, t. 2, p. 250.

[3] E. Hutten, *op. cit.*, p. 163.

[4] E. Hutten, *op. cit.*, p. 171.

[5] P. Jordan, *Physics of the 20-th Century*, New York, 1944, p. 131.

[6] N. Bohr, *Fizica atomică şi cunoaşterea umană*, Bucureşti, Editura ştiinţifică, 1969, p. 47.

[7] F. Gonseth, *Remarque sur l'idée de la complementarité*, în „Dialectica", 7/8, 1948.

Scanned with OKEN Scanner

ASUPRA METODEI FIZICII TEORETICE*

ALBERT EINSTEIN

Dacă doriţi să învăţaţi ceva de la fizicienii teoreticieni asupra metodelor pe care le folosesc, vă voi da următorul sfat: „Nu ascultaţi cuvintele lor, examinaţi-le realizările". Deoarece descoperitorului în acest domeniu, construcţiile imaginaţiei lui îi apar atît de necesare şi atît de naturale, încît el este în stare să le trateze nu ca nişte creaţii ale gîndurilor lui ci ca nişte realităţi date.

Această declaraţie s-ar părea că intenţionează să alunge auditoriul fără mult zgomot. Deoarece vă veţi spune „Vorbitorul este el însuşi un fizician constructor; de aceea, după propria sa indicaţie, el ar trebui să lase consideraţiile asupra structurii ştiinţei teoretice epistemologului".

În măsura în care sînt personal considerat, aş putea să mă apăr împotriva unei obiecţii de acest gen asigurîndu-vă că nu a fost o sugestie a mea, ci o invitaţie generoasă a altora, aceea care m-a determinat să vorbesc în această zi care comemorează un om care şi-a petrecut viaţa năzuind la unificarea cunoaşterii.

Dar chiar în afara acesteia, eu am ca justificare faptul că poate vă interesează să cunoaşteţi cum gîndeşte un om asupra ştiinţei lui după ce a dedicat atît de mult timp şi energie pentru clarificarea şi reformarea principiilor ei.

Desigur, concepţia sa despre istoria trecută şi cea prezentă a temei lui probabil că este influenţată mult de ceea ce el aşteaptă de la viitor şi de ceea ce încearcă să realizeze astăzi. Dar aceasta este soarta comună a tuturor celor care au adoptat o lume a ideilor ca propria lor lume.

---

* *Philosophy of Science*, vol. I, 1934.

Scanned with OKEN Scanner

El se află în aceeaşi situaţie cu istoricul, care, de asemenea, chiar dacă inconştient, ordonează evenimentele trecutului în conformitate cu idealurile pe care şi le-a făcut despre societatea umană.

Să considerăm dezvoltarea metodei teoretice, examinînd în special relaţia teoriei pure cu totalitatea datelor experienţei. Găsim aici o eternă antiteză a celor doi constituenţi inseparabili ai cunoaşterii umane în sfera fizicii, Experienţa şi Raţiunea. Cinstim Grecia antică ca leagăn al ştiinţei europene. Ea a creat pentru prima dată acest miracol intelectual al unui sistem logic, ale cărui aserţiuni decurgeau una din alta cu asemenea rigoare, încît nici una dintre propoziţiile demonstrate nu admiteau nici cea mai mică îndoială — geometria lui Euclid. Această înfăptuire minunată a raţiunii i-a dat spiritului uman încrederea de care avea nevoie pentru realizările lui ulterioare. Omul care nu a fost captivat, în tinereţea sa, de această operă nu s-a născut pentru a fi un om de ştiinţă teoretician. Şi totuşi, timpul nu venise pentru o ştiinţă care va putea cuprinde realitatea, nu a venit pînă cînd nu a fost realizat un al doilea adevăr elementar, adevăr care a devenit un bun filosofic comun după Kepler şi Galilei: faptul că gîndirea pur logică nu ne poate da nici o cunoaştere asupra lumii experienţei. Întreaga cunoaştere a realităţii începe cu experienţa şi se încheie cu ea. Concluziile obţinute prin procese pur raţionale sînt, în raport cu realitatea, în întregime vide. Tocmai pentru că a recunoscut acest fapt şi, în special, pentru că l-a imprimat lumii ştiinţifice a devenit Galilei părintele fizicii moderne şi, de fapt, al întregii ştiinţe moderne a naturii.

Dar dacă experienţa este începutul şi sfîrşitul întregii noastre cunoaşteri asupra realităţii, ce rol îi rămîne raţiunii în ştiinţă? Un sistem complet al fizicii teoretice constă din concepte şi legi fundamentale care interrelaţionează aceste concepte, împreună cu consecinţele derivabile prin deducţie logică. Acestor consecinţe trebuie să le corespundă experienţele noastre speciale, iar derivarea logică a lor ocupă într-o lucrare pur teoretică de departe cea mai mare parte a ei. Această situaţie este realmente exact analoagă cu aceea a geometriei euclidiene, cu excepţia faptului că în ultima legile fundamentale sînt numite „axiome" şi că, în plus,

în acest domeniu nu se pune problema corespondenţei consecinţelor cu experienţa. Dar, dacă concepem geometria euclidiană ca ştiinţă a posibilităţilor localizării relative a corpurilor rigide reale şi, ca urmare, o interpretăm ca o ştiinţă fizică şi nu facem abstracţie de conţinutul ei empiric original, paralelismul logic al geometriei cu fizica teoretică este complet.

Am atribuit astfel raţiunii şi experienţei locul lor în cadrul sistemului fizicii teoretice. Raţiunea dă sistemului structura sa; datele experienţei şi relaţiile lor reciproce trebuie să corespundă în mod exact consecinţelor teoriei. Tocmai pe posibilitatea unei asemenea corespondenţe se întemeiază valoarea şi justificarea întregului sistem şi, în special, a conceptelor lui fundamentale şi a legilor de bază. Altfel, acestea din urmă ar fi pur şi simplu invenţii libere ale inteligenţei umane, neadmiţînd o justificare *a priori* nici prin natura intelectului uman şi nici pe o altă cale.

Conceptele şi legile de bază, care nu mai sînt în continuare reductibile logic, constituie partea indispensabilă şi care nu este raţional deductibilă a teoriei. Cu greu se poate nega că obiectivul suprem al oricărei teorii este să facă elementele de bază ireductibile atît de simple şi de puţine pe cît este posibil, fără a se renunţa la reprezentarea adecvată a unui singur element al experienţei.

Concepţia schiţată aici asupra caracterului de pură invenţie al principiilor de bază ale teoriei era în secolele al XVIII-lea şi al XIX-lea încă foarte departe de a fi aceea care să prevaleze. Dar ea continuă să cîştige temeiuri din ce în ce mai numeroase din cauza abisului logic care se lărgeşte continuu între conceptele şi legile de bază, pe de o parte, şi consecinţele care trebuie corelate cu experienţele noastre, pe de altă parte, un gol care se extinde progresiv odată cu dezvoltarea unificată a structurii logice, adică cu reducerea numărului elementelor conceptuale logic independente, necesare ca bază pentru întregul sistem.

Newton, primul creator al unui sistem al fizicii teoretice comprehensibil şi productiv, credea încă că noţiunile şi conceptele de bază ale sistemului său ar putea fi derivate din experienţă; fraza sa „*hypotheses non fingo*" poate fi interpretată numai în acest sens. De fapt, în acel timp se

Scanned with OKEN Scanner

părea că nu există vreun element problematic în conceptele de spaţiu şi timp. Conceptele de masă, acceleraţie şi forţă ca şi legile care le conectau apăreau a fi direct împrumutate din experienţă. Dar, dacă această bază este admisă, expresia forţei gravităţii pare a fi derivabilă din experienţă; şi aceeaşi derivabilitate trebuia sperată şi pentru alte forţe.

Se poate vedea din modalitatea în care şi-a formulat concepţiile că Newton nu s-a simţit deloc comod cu conceptul de spaţiu absolut care încorpora pe acela de repaus absolut, deoarece el era conştient de faptul că nimic în experienţă nu părea să corespundă acestui din urmă concept. De asemenea, el simţea dificultăţile introducerii acţiunii la distanţă. Dar enormul succes practic al teoriei sale l-a reţinut pe el şi pe fizicienii secolelor al XVIII-lea şi al XIX-lea să recunoască caracterul fictiv al principiilor sistemului său. Dimpotrivă, oamenii de ştiinţă ai acelor timpuri erau în cea mai mare parte convinşi că noţiunile şi legile de bază ale fizicii nu erau, într-un sens logic, invenţii libere ale minţii umane, ci că ele erau derivabile prin „abstracţie", adică printr-un proces logic, din experienţe. Teoria generală a relativităţii a fost aceea care a arătat, într-o manieră convingătoare, caracterul incorect al acestor concepţii. Pentru că această teorie a relevat că a fost posibil pentru noi ca, folosind principii foarte mult îndepărtate de acelea ale lui Newton, să se justifice întregul domeniu al datelor experienţei într-o manieră chiar mai completă şi mai satisfăcătoare decît a fost posibil cu principiile newtoniene. Dar cu totul aparte de problema meritelor comparative, caracterul imaginativ al principiilor este evidenţiat suficient de faptul că este posibil să se producă două baze esenţial diferite, fiecare dintre ele, în consecinţele ei, ducînd la un înalt grad al acordului cu experienţa. Aceasta indică faptul că orice încercare de a deriva logic conceptele şi legile fundamentale ale mecanicii din datele ultime ale experienţei este sortită eşecului.

Dacă baza axiomatică a fizicii teoretice nu poate astfel să fie inferată din experienţă, trebuind să fie o invenţie liberă, mai avem dreptul să sperăm că am găsit adevărata cale? Mai mult—există oare această abordare corectă, în general, altfel decît în imaginaţia noastră? Avem noi

Scanned with OKEN Scanner

vreun drept să sperăm că experienţa ne va ghida corect, dacă există teorii (cum ar fi mecanica clasică) care concordă cu experienţa într-o măsură foarte mare, chiar dacă nu au cuprins obiectul în adîncimea sa? La aceasta eu răspund cu o completă încredere că, după părerea mea, există *drumul corect* şi că, mai mult, este în puterea noastră să-l găsim. Experienţa noastră de pînă acum ne justifică certitudinea că în natură se realizează idealul simplicităţii matematice. Este convingerea mea că o construcţie pur matematică ne dă posibilitatea să descoperim conceptele şi legile care le conectează, care ne oferă cheia înţelegerii fenomenelor naturii. Experienţa, bineînţeles, ne poate ghida în alegerea conceptelor matematice utile; experienţa, desigur, rămîne singurul criteriu al utilităţii construcţiilor matematice pentru fizică, dar principiul cu adevărat creator rezidă în matematică. Într-un anume sens, susţin deci că este adevărat că gîndirea pură este competentă să cuprindă realul, aşa cum visau anticii.

Scanned with OKEN Scanner

ASUPRA NOȚIUNILOR DE CAUZALITATE ȘI COMPLEMENTARITATE*

NIELS BOHR

Modul cauzal de descriere are rădăcini adînci în străda-niile conștiente ale omului de a utiliza experiența în scopul adaptării practice la mediul înconjurător și, în acest fel, este inerent încorporat în limbajul comun. Sub auspiciile a ceea ce analiza desfășurată în termenii cauzei și efectului a oferit în multe domenii ale cunoașterii umane, principiul cauzalității a devenit chiar idealul explicației științifice.

În fizică, descrierea cauzală, originar adaptată problemelor mecanicii, se întemeiază pe supoziția conform căreia cunoașterea stării unui sistem material la un moment dat permite predicția stării lui la orice moment ulterior. Totuși, deja aici definiția stării cere o considerare specială și este nevoie să fie reamintit că o analiză adecvată a fenomenelor mecanice a fost posibilă numai după recunoașterea faptului că, în explicarea stării unui sistem de corpuri, nu doar localizarea lor la un moment dat ci și vitezele lor trebuie incluse.

În mecanica clasică, se admitea că forțele depindeau numai de pozițiile și vitezele momentane ale corpurilor; dar descoperirea întîrzierii efectelor electromagnetice a făcut necesară considerarea cîmpurilor de forță ca o parte esențială a unui sistem fizic și să se includă în descrierea stării sistemului la un moment dat specificarea acestor cîmpuri în orice punct al spațiului. Totuși, după cum se știe, stabilirea ecuațiilor diferențiale care leagă mărimile variațiilor intensităților electromagnetice în spațiu și timp a făcut posibilă o descriere a fenomenelor electromagnetice în analogie completă cu analiza cauzală din mecanică.

---

* „Dialectica", 7/8, 1948.

Scanned with OKEN Scanner

Este adevărat că, din punctul de vedere al argumentării relativiste, asemenea atribute ale obiectelor fizice ca poziţia şi viteza corpurilor materiale sau chiar intensităţile electrice sau magnetice nu mai pot primi un conţinut absolut. Totuşi, teoria relativităţii, care a înzestrat fizica clasică cu o unitate şi o extensie neîntîlnite pînă acum, tocmai prin elucidarea condiţiilor unei folosiri neambigue a conceptelor fizice elementare a permis o formulare concisă a principiului cauzalităţii în maniera cea mai generală.

O situaţie complet nouă s-a creat în ştiinţa fizicii prin descoperirea cuantei universale de acţiune, care a relevat o caracteristică elementară a „individualităţii" proceselor atomice, depăşind vechea doctrină a divizibilităţii limitate a materiei, original introdusă ca fundament al unei explicaţii cauzale a proprietăţilor specifice ale substanţelor materiale. Această nouă caracteristică nu este numai complet străină teoriilor clasice ale mecanicii şi electromagnetismului, ea este chiar ireconciliabilă cu însăşi ideea cauzalităţii.

De fapt, specificarea stării unui sistem fizic în mod evident nu poate determina alegerea între diferite procese individuale de tranziţie la alte stări, şi o considerare a efectelor cuantice trebuie astfel să opereze fundamental cu noţiunea probabilităţii apariţiei diferitelor procese de tranziţie posibile. Avem de-a face aici cu o situaţie care are un caracter esenţial diferit de acela al recursului la metodele statistice în operarea practică cu sistemele complicate care se admit că se supun legilor mecanicii clasice.

Gradul în care imaginile fizice comune eşuează în explicarea fenomenelor atomice este ilustrat izbitor de binecunoscuta dilemă privind proprietăţile ondulatorii şi corpusculare ale particulelor materiale, ca şi ale radiaţiei electromagnetice. Este apoi foarte important să se realizeze că orice determinare a constantei lui Planck se bazează pe compararea aspectelor fenomenelor care pot fi descrise numai cu ajutorul imaginilor necombinabile pe baza teoriilor fizice clasice. Aceste teorii, într-adevăr, reprezintă numai idealizări de o asimptotică validitate la limita unde acţiunile cuprinse în orice moment al analizei fenomenelor sînt mari în comparaţie cu cuanta elementară.

În această situaţie, sîntem înfruntaţi de necesitatea unei revizuiri radicale a fundamentelor descrierii şi expli-

Scanned with OKEN Scanner

cării fenomenelor fizice. Aici trebuie să se recunoască înainte de toate că, oricît de mult ar transcende efectele cuantice domeniul de analiză al fizicii clasice, considerarea aranjamentului experimental și înregistrarea observațiilor trebuie să fie exprimate întotdeauna în limbajul comun suplimentat cu terminologia fizicii clasice. Aceasta este o cerință logică simplă, întrucît cuvîntul „experiment" poate fi în esență folosit numai cu referință la o situație în care noi putem spune altora ceea ce am făcut și ceea ce am învățat.

Însuși faptul că fenomenele cuantice nu pot fi analizate în manieră clasică implică astfel imposibilitatea separării comportării obiectelor atomice de interacțiunea acestor obiecte cu instrumentele de măsurare care servesc la specificarea condițiilor în care apar fenomenele. În particular, individualitatea efectelor tipic cuantice își găsește expresia adecvată în circumstanța că orice încercare de a subdiviza fenomenele va necesita o modificare a aranjamentului experimental, introducînd noi surse de interacțiune incontrolabilă între obiecte și instrumentele de măsurare.

În această situație, un element inerent de ambiguitate este implicat în acordarea atributelor fizice convenționale obiectelor atomice. Un exemplu clar al unei asemenea ambiguități este oferit de dilema menționată cu privire la proprietățile electronilor sau fotonilor, unde ne aflăm în prezența contrastului relevat de comparația între observațiile privind un obiect atomic, obținute cu ajutorul unor aranjamente experimentale diferite. O asemenea evidență empirică reliefează un nou tip de relație, care nu are analog în fizica clasică și care ar putea fi numită convențional „complementaritate", pentru a sublinia faptul că în fenomenele opuse avem de-a face cu aspecte la fel de esențiale ale unei cunoașteri bine definite asupra obiectelor.

Un instrument adecvat pentru modul de descriere complementar îl oferă formalismul mecanicii cuantice, în care ecuațiile canonice ale mecanicii clasice sînt păstrate, pe cînd variabilele fizice sînt înlocuite prin operatori simbolici supuși unei algebre necomutative. În acest formalism, constanta lui Planck intră în relațiile de comutare

$$qp - pq = \sqrt{-1}\,\frac{h}{2\pi} \qquad (1)$$

între simbolurile q şi p stînd pentru o pereche de variabile conjugate sau în reprezentarea echivalentă cu ajutorul substituţiilor de tipul

$$p = -\sqrt{-1}\,\frac{h}{2\pi}\,\frac{\partial}{\partial q} \qquad (2)$$

prin care una din fiecare mulţime de variabile conjugate este înlocuită printr-un operator diferenţial. Conform celor două proceduri alternative, calculele mecanicii cuantice pot fi realizate sau prin reprezentarea variabilelor prin matrice cu elemente referindu-se la tranziţiile individuale între două stări ale sistemului, sau prin folosirea aşa-zisei ecuaţii de undă, ale cărei soluţii se referă la acele stări şi ne permit derivarea probabilităţilor pentru tranziţiile dintre ele.

Întregul formalism trebuie considerat ca un mijloc pentru derivarea predicţiilor, de un caracter definit sau de unul statistic, în ceea ce priveşte informaţia ce se poate obţine în condiţiile experimentale descrise în termeni clasici şi specificate cu ajutorul parametrilor care intră în ecuaţiile algebrice sau diferenţiale, avînd ca soluţii matricele sau, respectiv, funcţiile de undă. Aceste simboluri în sine, cum ne indică deja folosirea numerelor imaginare, nu sînt susceptibile de o interpretare prin imagini (pictorial interpretation); şi chiar funcţiile reale derivate cum ar fi densităţile şi curenţii trebuie considerate numai ca exprimînd probabilităţile pentru apariţia evenimentelor individuale observabile în cadrul unor condiţii bine definite.

O trăsătură caracteristică a descrierii mecanic-cuantice este aceea că reprezentarea stării unui sistem nu poate implica niciodată determinarea exactă a ambilor membri ai unei perechi de variabile conjugate q şi p. De fapt, datorită necomutativităţii acestor variabile exprimate prin (1) şi (2), va exista întotdeauna o relaţie reciprocă.

$$\Delta q \cdot \Delta p = \frac{h}{4\pi} \qquad (3)$$

între latitudinile Δq şi Δp cu care aceste variabile pot fi fixate. Aşa-numitele relaţii de indeterminare au ca consecinţă explicită limitările analizei cauzale, dar este important să se recunoască că nu poate fi dată o interpretare

Scanned with OKEN Scanner

neambiguă acestor relații în cuvinte apte să descrie o situație în care atributele fizice sînt obiectivate într-o manieră clasică.

Astfel, un enunț ca „nu putem cunoaște atît momentul, cît și poziția unui electron" ridică imediat probleme privind realitatea fizică a acestor atribute, probleme care pot fi rezolvate numai prin referirea la condițiile reciproc exclusive pentru o întrebuințare neambiguă a coordonării spațio-temporală, pe de o parte, și a legilor dinamice de conservare, pe de alta. De fapt, orice încercare de localizare a obiectelor atomice în spațiu și timp cere un aranjament experimental cuprinzînd o schimbare de moment și energie, necontrolabilă în principiu, între obiecte, pe de o parte, și riglele și ceasurile care definesc sistemul de referință, pe de alta. Convers, nici un aranjament corespunzător pentru controlul balanței momentului și energiei nu va admite o descriere precisă a fenomenelor ca un lanț de evenimente în spațiu și timp.

Strict vorbind, orice referință la concepte dinamice implică o analiză mecanică clasică a evidenței fizice care în ultimă instanță se întemeiază pe înregistrarea coincidențelor spațio-temporale. Astfel, și în descrierea fenomenelor atomice, utilizarea variabilelor pentru impuls și energie în specificarea condițiilor inițiale și a observațiilor finale se referă implicit la asemenea analize și, ca urmare, cere ca aranjamentele experimentale folosite în acest scop să aibă dimensiuni spațiale și să opereze cu intervale de timp suficient de mari pentru a permite neglijarea indeterminării reciproce exprimată prin (3). În aceste circumstanțe este, desigur, într-un anumit grad, o problemă de convenabilitate în ce măsură aspectele clasice ale fenomenelor sînt incluse în tratarea mecanic-cuantică proprie, unde se face o distincție în principiu între instrumentele de măsură, a căror descriere trebuie întotdeauna să se întemeieze pe imagini spațio-temporale, și obiectele de cercetat, despre care se pot deriva în general predicții observabile numai printr-un formalism ne-reprezentabil.

Incidental, se poate remarca că funcționarea și construcția oricărui aparat, cum ar fi diagramele și obturatoarele, servind la definirea geometriei și sincronizării aranjamentelor experimentale, sau plăcile fotografice folosite pentru

înregistrarea localizării obiectelor atomice, vor depinde de proprietăţile materialelor care sînt ele însele esenţial determinate de cuantumul de acţiune. Această împrejurare este irelevantă pentru studiul fenomenelor atomice simple, unde, în specificarea condiţiilor experimentale, putem să ignorăm cu un foarte înalt grad de aproximare constituţia moleculară a instrumentelor de măsură. Numai dacă instrumentele sînt suficient de grele în comparaţie cu obiectele atomice cercetate, putem în particular să neglijăm exigenţele relaţiei (3) în ceea ce priveşte controlul localizării în spaţiu şi timp a unor piese izolate ale aparatului în raport cu celelalte.

Reprezentînd o generalizare a mecanicii clasice corespunzătoare pentru a permite tratarea cuantumului de acţiune, mecanica cuantică oferă un cadru suficient de larg pentru explicarea regularităţilor empirice care nu puteau fi cuprinse în modul clasic de descriere. Pe lîngă trăsăturile caracteristice ale stabilităţii atomice, ne putem referi aici la regularităţile caracteristice manifestate de sistemele compuse din entităţi identice, cum ar fi fotonii şi electronii, şi determinante pentru echilibrul radiativ sau proprietăţile esenţiale ale substanţelor materiale. Cum se ştie prea bine, aceste regularităţi sînt adecvat descrise prin proprietăţile de simetrie ale funcţiilor de undă reprezentînd starea sistemelor întregi. Desigur, asemenea probleme nu pot fi explorate prin orice aranjament experimental apt pentru trasarea în spaţiu şi timp a fiecărei entităţi identice separat.

Este instructiv să considerăm mai departe condiţiile pentru determinarea variabilelor de poziţie şi dinamice într-o stare a unui sistem cu cîţiva constituenţi atomici. De fapt, deşi orice pereche, q şi p, a variabilelor spaţiului şi momentului se supune regulii multiplicării necomutative exprimate prin (1), şi astfel pot fi fixate numai cu latitudinile reciproce date de (3), diferenţa $q_1 - q_2$ dintre coordonatele spaţiale referitoare la doi constituenţi ai unui sistem vor comuta cu suma $p_1 + p_2$ a componentelor corespunzătoare ale momentului, după cum decurge direct din comutabilitatea lui q_1 cu p_2 şi a lui q_2 cu p_1. Atît $q_1 - q_2$, cît şi $p_1 - p_2$ pot, ca urmare, să fie precis fixate într-o stare a sistemului complex, şi noi putem să prezicem valorile lui q_1 sau p_1 dacă sau q_2 sau p_2, respectiv,

Scanned with OKEN Scanner

sînt determinați prin măsurători directe. Întrucît la momentul măsurării interacțiunea directă dintre obiecte ar putea să fi încetat, ar putea astfel să apară că atît q_1, cît și p_1 să fie considerate ca atribute fizice bine definite ale unui obiect izolat și că, de aceea, așa cum s-a argumentat, reprezentarea cuantic-mecanică a unei stări nu ar oferi mijloacele adecvate pentru o descriere completă a realității fizice.

Cu privire la o asemenea argumentare, totuși, trebuie subliniat că două aranjamente oarecare care admit măsurări exacte pentru q_2 și p_2 vor fi mutual exclusive și că predicțiile asupra lui q_1 sau p_1, respectiv, se vor referi la fenomene care în mod fundamental au un caracter complementar.

În ceea ce privește problema completitudinii modului cuantic-mecanic de descriere, trebuie să se recunoască că avem de-a face cu o schemă matematică consistentă care este adaptată în domeniul ei oricărui proces de măsurare și a cărei adecvare poate fi judecată numai printr-o comparare a rezultatelor prezise cu observațiile reale. În acest raport, este esențial să se observe că, în orice aplicație bine definită a mecanicii cuantice, este necesar să se specifice întregul aranjament experimental și că, în particular, posibilitatea dispunerii parametrilor definind problema cuantic-mecanică corespunde tocmai libertății noastre de a construi și a manipula aparatele de măsurare, care, la rîndul ei, înseamnă libertatea de alegere între diferite tipuri complementare de fenomene pe care dorim să le studiem.

Pentru a evita inconsistențele logice în explicația acestei situații nefamiliare, este evident imperativă o mare atenție în toate problemele de terminologie și dialectică. Astfel, fraze întîlnite adesea în literatura fizică, ca „perturbarea fenomenelor de către observație" sau „crearea atributelor fizice ale obiectelor prin măsurări", reprezintă o folosire a cuvintelor ca „fenomene" și „observație" sau „atribute" și „măsurări" care este cu greu compatibilă cu întrebuințarea comună și cu definiția practică și, ca urmare, este în stare să cauzeze confuzii. Ca o modalitate de expresie mai adecvată s-ar putea argumenta cu tărie limitarea întrebuințării cuvîntului *phenomenon* ca referindu-se exclusiv la observațiile care se obțin în circum-

stanţe specificate, incluzînd o luare în considerare a întregului experiment.

Cu această terminologie, problema observaţională în fizica atomică este liberă de orice complicaţie deosebită, întrucît în experimentele reale întreaga evidenţă se raportează la observaţiile obţinute în condiţii reproductibile şi este exprimată prin enunţuri neambigue care se referă la înregistrarea punctului la care sosește o particulă atomică pe o placă fotografică sau la înregistrarea corespunzătoare a unui alt instrument amplificator. Mai mult, împrejurarea că toate asemenea observaţii implică procese avînd un caracter esenţial ireversibil împrumută fiecărui fenomen exact acest caracter inerent de completitudine care este cerut pentru interpretarea sa bine definită în cadrul conceptual al mecanicii cuantice.

Recapitulînd, imposibilitatea subdividerii efectelor cuantice individuale şi a separării comportării obiectelor de interacţiunea lor cu instrumentele de măsură care servesc la definirea condiţiilor în care apar fenomenele implică, o ambiguitate în asertarea atributelor convenţionale obiectelor atomice, care necesită o reconsiderare a atitudinii noastre asupra problemei explicaţiei fizice. În această nouă situaţie, chiar vechea problemă a determinării ultime a fenomenelor naturale şi-a pierdut baza sa conceptuală şi tocmai împotriva acestei baze se prezintă punctul de vedere al complementarităţii ca o generalizare raţională a idealului însuşi al cauzalităţii.

Modul de descriere complementar, într-adevăr, nu implică nici o renunţare arbitrară la exigenţele obişnuite ale explicaţiei, ci, dimpotrivă, tinde spre o expresie dialectică corespunzătoare a condiţiilor reale ale analizei şi sintezei în fizica atomică. Incidental, ar părea că recurgerea la logica trivalentă, propusă uneori ca un mijloc de a trata caracteristicile paradoxale ale teoriei cuantice, nu este aptă să dea o explicaţie mai clară a situaţiei, întrucît întreaga evidenţă experimentală bine definită, chiar dacă ea nu poate fi analizată în termenii fizicii clasice, trebuie exprimată în limbajul obişnuit întrebuinţînd logica comună.

Lecţia epistemologică pe care am primit-o de la noua evoluţie a ştiinţei fizice, unde problemele permit o formulare

comparativ concisă a principiilor, poate sugera de asemenea direcții de abordare în alte domenii ale cunoașterii în care situația are un caracter esențial mai puțin accesibil. Un exemplu este oferit din biologie, unde argumentările mecaniste și vitaliste sînt folosite într-o manieră tipic complementară. Și în sociologie asemenea dialectici pot fi adesea folositoare, în special în problemele cu care ne confruntăm în studierea și compararea culturilor umane, unde trebuie să ne luptăm cu elementul de varietate inerent în orice cultură națională, manifestîndu-se în prejudecăți care evident nu pot fi apreciate din punctul de vedere al altor națiuni.

Recunoașterea relației de complementaritate nu este mai puțin necesară în psihologie, unde condițiile analizei și sintezei experienței manifestă o analogie izbitoare cu situația din fizica atomică. De fapt, folosirea unor cuvinte ca „gînduri" și „sentimente", la fel de indispensabile pentru a ilustra diversitatea experienței psihice, se referă la situații reciproc exclusive caracterizate printr-o diferită trasare a liniei de separare între subiect și obiect. În particular, locul rămas pentru voință este oferit de chiar împrejurarea că situațiile în care avem libertatea de voință sînt incompatibile cu situațiile psihologice în care se tinde în mod rezonabil spre o analiză cauzală. Cu alte cuvinte, atunci cînd folosim fraza „Eu vreau" renunțăm la o argumentare explicativă.

Deasupra tuturor acestor idei, abordarea problemei explicației care este încorporată în noțiunea de complementaritate ne sugerează poziția noastră de ființe conștiente și ne reamintește puternic învățătura gînditorilor antici conform căreia, în căutarea unei atitudini armonioase asupra vieții, nu trebuie niciodată să se uite că noi înșine sîntem în drama existenței atît actori, cît și spectatori. Unei asemenea afirmații i se aplică, desigur, ca și majorității enunțurilor din acest articol, de la început pînă la sfîrșit, recunoașterea faptului că sarcina noastră poate fi numai doar aceea de a tinde să comunicăm experiențe și concepții altora cu ajutorul limbajului, în care folosirea practică a fiecărui cuvînt stă într-o relație de complementaritate cu încercările definirii lui stricte.

Scanned with OKEN Scanner

LIMBAJ ŞI REALITATE ÎN FIZICA MODERNĂ*

WERNER HEISENBERG

În istoria ştiinţelor, descoperirile şi ideile noi au suscitat întotdeauna dispute ştiinţifice, publicaţii polemice care criticau aceste idei noi, ajutînd adesea prin aceasta la dezvoltarea lor; dar aceste controverse n-au ajuns niciodată la gradul de violenţă pe care l-au atins în urma descoperirii relativităţii şi după naşterea mecanicii cuantice (într-un grad mai mic). În ambele cazuri, problemele ştiinţifice au fost amestecate finalmente cu chestiunile politice, şi anumiţi oameni de ştiinţă au recurs la metode politice pentru a face să li se adopte vederile lor. Această reacţie violentă la evoluţia recentă a fizicii poate fi înţeleasă numai dacă realizăm că este vorba aici de o transformare a însăşi fundamentelor fizicii care a produs sentimentul că terenul se slăbeşte sub ştiinţă. În acelaşi timp această reacţie semnifică probabil faptul că nu s-a găsit încă limbajul corect în care să se exprime noua stare de lucruri şi că declaraţiile inexacte publicate de unii, în entuziasmul noilor descoperiri, au generat toate tipurile de neînţelegeri. Este vorba totuşi aici de o problemă fundamentală. Tehnica experimentală ameliorată a epocii noastre pune la dispoziţia ştiinţei noi aspecte ale naturii, care nu pot fi descrise cu ajutorul conceptelor obişnuite. Dar atunci, în ce limbaj va trebui să le exprimăm? În fizica teoretică, primul limbaj care se degajă din procesul de clarificare ştiinţifică este, în general, un limbaj matematic, un formalism matematic care permite prezicerea rezultatelor experimentale. Fizi-

---

* Cap. X din *Physics and Philosophy, The Revolution in Modern Science*, Harper, & Brothers, New York, 1958.

Scanned with OKEN Scanner

cianului îi poate fi suficient să aibă la dispoziţia sa acest formalism matematic şi să ştie cum să-l utilizeze pentru interpretarea experienţelor sale; dar el trebuie de asemenea să expună rezultatele sale nefizicienilor, care nu se mulţumesc fără o explicaţie într-un limbaj simplu, înţeles de toţi. Şi chiar pentru fizician, expunerea într-un limbaj simplu va fi un criteriu al gradului de comprehensiune la care a ajuns el. O descriere de acest gen este oare posibilă şi pînă la ce punct? Se poate vorbi despre atomul ca atare? Este aici o problemă de limbaj la fel ca una de fizică, şi este de aceea necesar să facem cîteva remarci asupra limbajului în general şi asupra limbajului ştiinţific în particular.

Rasa umană şi-a format limbajul său în timpul erei preistorice ca mijloc pentru exprimarea ideilor şi ca bază pentru gîndire. Cunoaştem foarte puţin despre diversele etape ale elaborării lui; dar în prezent limbajul conţine un mare număr de concepte care formează un instrument corespunzător pentru a descrie cu o precizie mai mare sau mai mică evenimentele vieţii cotidiene. Conceptele acestea se dobîndesc gradual, fără analiză critică, numai prin folosirea constantă a limbajului; şi atunci cînd am folosit suficient de des un cuvînt, noi credem că ştim mai mult sau mai puţin ce anume semnifică el. Natural, oricine ştie că cuvintele nu sînt atît de clar definite cum par a fi la prima vedere şi că domeniul lor de aplicabilitate este limitat. De exemplu, putem să vorbim de o bucată de fier sau de o bucată de lemn, dar nu de o bucată de apă; cuvîntul „bucată" nu se aplică lichidelor. Sau, pentru a menţiona un alt exemplu, amintim istoria următoare pe care Bohr o citează cu plăcere cînd abordează problema limitării cuvintelor: un copil vine la un băcan cu un franc în mînă şi cere: „Aş putea avea de un franc bomboane asortate?". Băcanul ia două bomboane şi i le dă spunîndu-i: „Poftim, iată două bomboane, vei putea să le asortezi tu însuţi". Un exemplu mai serios de legătură problematică între cuvinte şi concepte este faptul că cuvintele „roşu" şi „verde" sînt la fel utilizate de către daltonieni — deşi domeniul de aplicare al acestor cuvinte trebuie să fie foarte diferit pentru ei în raport cu ceilalţi oameni.

Incertitudinea intrinsecă asupra semnificaţiei cuvintelor a fost natural recunoscută de multă vreme şi a antrenat nevoia definiţiilor sau — cum spune însuşi cuvîntul „definiţie" — a frontierelor care să determine unde se poate sau nu utiliza un cuvînt. Dar definiţiile nu pot fi formate decît plecînd de la alte concepte, astfel că trebuie în cele din urmă să ne întemeiem pe anumite concepte admise ca atare, fără analiză şi definiţie.

Problema rolului conceptelor în limbaj a fost o temă majoră a filosofiei greceşti începînd cu Socrate, a cărui viaţă întreagă — dacă ar fi să credem imaginea artistică pe care ne-o dă Platon în *Dialogurile sale* — a fost o discuţie constantă asupra conţinutului conceptelor în limbaj şi a limitărilor modurilor de expresie. Pentru a da o bază solidă gîndirii ştiinţifice, Aristotel a început, în Logica sa, să analizeze formele limbajului, structura formală a concluziilor şi a premiselor, independent de conţinutul lor. El a ajuns astfel la un grad de abstracţie şi precizie necunoscut pînă atunci de filosofia greacă, contribuind prin aceasta imens la clarificarea şi la crearea unei ordini în metodele noastre de gîndire. De fapt, el a creat baza limbajului ştiinţific.

Pe de altă parte, această analiză logică a limbajului antrenează pericolul unui exces de simplificare. În logică, atenţia este atrasă de construcţii foarte speciale, de raporturi neambigui între premise şi deducţii, de structuri (patterns) simple de raţionament, neglijîndu-se toate celelalte construcţii ale limbajului. Or, aceste din urmă construcţii se pot naşte din asociaţii între anumite sensuri ale cuvintelor, de exemplu sensul secundar al unui cuvînt care trece vag prin minte cînd îl înţelegem poate contribui într-o manieră esenţială la conţinutul frazei. Faptul că fiecare cuvînt poate declanşa în spiritul nostru numeroase evoluţii care nu sînt decît semiconştiente se poate utiliza pentru a reprezenta în limbaj o parte a realităţii într-un mod mult mai clar decît prin folosirea structurilor logice. Tocmai de aceea poeţii au protestat adesea împotriva accentului pus în analiza limbajului asupra acestor structuri logice de raţionare, care — dacă interpretez corect vederile lor — poate face ca limbajul să convină mai puţin scopului său. Putem aminti, de exemplu, cuvintele

Scanned with OKEN Scanner

din *Faust* al lui Goethe pe care Mefistofeles le adresează tînărului şcolar:

„Să profitaţi de timp, căci repede-i trecut.
Cum timpului îi poţi lua tribut,
Vă-nvaţă spiritul de ordine, de aceea
Cu-ntîiul sfat al meu vă-ndrum
Către *Collegium Logicum*.
Din ăsta ieşi cu spiritul dresat,
În cizme spaniole încălţat
Şi dintr-o dat' mai circumspect.
Tu umbli pe cărările gîndirii
Şi nu te laşi purtat
De limbile de foc spre bolta rătăcirii
Vei învăţa, nu doar o dată, ci de-atîtea ori,
Că ceea ce într-una ai făcut de obicei
C-un simplu gest, precum mănînci, precum ai bea,
Se-mparte-n una, două, trei.
Căci uite-aşa, în fabrica gîndirii
Merg lucrurile ca-n ţesătorie:
O dată calci, dar mişti o mie
De fire, şi suveicile se duc, se-ntorc,
Şi iţe cad, se-naltă, se-ntretaie,
O lovitură-n mii de alte părţi răspunde, taie,
Iar filosoful intr-n casă
Şi-ţi dovedeşte că e necesar să fie aşa.
Întîiul lucru e aşa, al doilea aşa cum e,
De aici al treilea şi al patrulea.
Astfel urmează ca să iasă.
Şi dacă întîiul şi al doilea n-ar fi,
Nici trei şi patru nu s-ar potrivi.
Şi pretutindenea cu cugetul senin
Şcolarii laudă această treabă,
Dar ţesători ei nu devin.
Cel ce încearcă un corp viu să înţeleagă,
Cată s-alunge din acesta duhul mai întîi
În mînă-atunci el părţile le ţine,
Lipseşte însă spiritul ce leagă*.

Acest pasaj conţine o admirabilă descriere a construcţiei limbajului şi a îngustimii structurilor logice simple.

Pe de altă parte, ştiinţa trebuie să se bazeze pe limbaj ca singurul mijloc de comunicare; în acest caz, pentru care problema neambiguităţii are o importanţă extremă, structurile logice trebuie să-şi joace rolul lor. Dificultatea specifică se poate descrie astfel: în ştiinţa experimentală

* După traducerea lui Lucian Blaga.

încercăm să deducem din general particularul, să înţelegem fenomenul particular ca fiind cauzat de legi generale simple. Aceste legi generale, o dată formulate, nu pot să conţină decît cîteva concepte simple; altfel, legea n-ar fi simplă şi generală. Din aceste concepte derivă o varietate infinită de fenomene posibile nu doar calitativ, dar şi cu o precizie completă cu privire la fiecare detaliu. Este evident că noţiunile limbajului comun, imprecise şi numai vag definite cum sînt ele, nu ar permite niciodată asemenea deducţii. Cînd un lanţ de concluzii urmează din premise date, numărul verigilor care pot fi încorporate în lanţ depinde de precizia premiselor. Ca urmare, în ştiinţele naturale, conceptele legilor generale trebuie definite cu o precizie completă, iar aceasta se poate face numai cu ajutorul abstracţiei matematice.

Pentru alte ştiinţe, situaţia se poate dovedi destul de asemănătoare în măsura în care şi acolo sînt necesare definiţii relativ precise: de exemplu în drept. Dar, în acest caz, numărul verigilor în lanţul concluziilor nu are nevoie să fie foarte mare, precizia absolută nu este necesară, iar definiţiile relativ precise în limbajul comun sînt suficiente.

În fizica teoretică încercăm să înţelegem grupuri de fenomene introducînd simboluri matematice care pot fi corelate cu faptele, adică cu rezultatele măsurătorii. Ca simboluri, utilizăm nume care pun în evidenţă corelaţia lor cu măsurarea, rataşînd astfel simbolurile la limbaj. Apoi aceste simboluri sînt corelate între ele printr-un sistem riguros de definiţii şi de axiome şi, finalmente, legile naturii sînt exprimate sub forma ecuaţiilor între aceste simboluri. Infinita varietate de soluţii a acestor ecuaţii corespunde atunci varietăţii infinite de fenomene particulare posibile în acest domeniu al Naturii. În acest fel, schema matematică reprezintă grupul de fenomene în măsura în care corelaţia dintre simboluri şi măsurători este valabilă. Tocmai această corelaţie permite exprimarea legilor concrete cu ajutorul limbajului obişnuit, întrucît experienţele noastre, constînd din acţiuni şi observaţii, pot fi întotdeauna descrise în limbajul comun.

Dar în procesul de expansiune al cunoştinţelor ştiinţifice, limbajul se îmbogăţeşte el însuşi; noi termeni sînt introduşi şi vechii termeni sînt aplicaţi la un domeniu

Scanned with OKEN Scanner

care s-a lărgit, sau într-un mod care diferă de limbajul comun. Termeni ca „energie", „electricitate", „entropie" sînt exemple evidente. În această manieră, noi creăm un limbaj ştiinţific pe care l-am putea numi prelungirea naturală a limbajului obişnuit, adaptată noilor domenii ale cunoaşterii ştiinţifice.

În secolul trecut, un anumit număr de concepte noi au fost introduse în fizică şi, în anumite cazuri, a trebuit un timp considerabil pentru ca savanţii să se obişnuiască realmente să le utilizeze. Termenul „cîmp electromagnetic", care era deja într-o anumită măsură prezent în opera lui Faraday şi care mai tîrziu a format baza teoriei lui Maxwell, nu a fost acceptat uşor de către fizicieni, a căror atenţie era dirijată mai ales asupra mişcărilor mecanice ale corpurilor. Introducerea acestui concept reprezenta şi o veritabilă schimbare în ideile ştiinţifice, iar asemenea schimbări nu se impun uşor.

Cu toate acestea, toate conceptele introduse pînă la sfîrşitul ultimului secol formau o mulţime perfect coerentă, aplicabilă unui larg domeniu al experienţei şi care formau cu conceptele anterioare un limbaj pe care nu numai oamenii de ştiinţă, dar şi inginerii şi tehnicienii îl puteau aplica cu succes în munca lor. Printre ideile fundamentale subiacente acestui limbaj se aflau ipotezele următoare: ordinea fenomenelor în timp este în întregime independentă de ordinea lor în spaţiu; geometria euclidiană este valabilă în spaţiul real; fenomenele „se petrec" în spaţiu independent de faptul că ele sînt sau nu observate. Nu se contesta faptul că orice observaţie are o influenţă asupra fenomenului de observat, dar se presupunea în general că, făcînd experienţele cu precauţie, această influenţă poate fi făcută oricît de mică. Aceasta părea o condiţie necesară a idealului obiectivităţii, considerat ca bază a întregii ştiinţe a naturii.

În această stare suficient de calmă a fizicii au explodat bombele, teoria cuantică şi teoria relativităţii restrînse, care au declanşat o deplasare, la început destul de lentă, apoi din ce în ce mai rapidă a fundamentelor ştiinţelor naturii. Primele discuţii violente au avut loc în jurul problemelor asupra spaţiului-timp ridicate de teoria relativităţii. Cum trebuia să se vorbească despre această nouă

stare de lucruri? Trebuia considerată contracţia-Lorentz a corpurilor în mişcare ca o contracţie reală sau doar una aparentă? Trebuia să se spună că structura spaţiului-timp era realmente diferită de aceea pe care o admiseserăm sau trebuia să se spună doar că rezultatele experimentale puteau fi corelate matematic într-o manieră care corespundea acestei noi structuri, în timp ce spaţiul şi timpul, fiind modul universal şi necesar prin care ne apar lucrurile, rămîneau ceea ce au fost întotdeauna? În spatele acestor numeroase controverse, adevărata problemă era aceea că nu exista nici un limbaj în care să se exprime într-o manieră coerentă noua situaţie. Limbajul obişnuit era fundat pe vechile concepte de spaţiu-timp şi el oferea singurul mijloc pentru a exprima fără ambiguitate ideile asupra organizării experienţelor şi asupra rezultatelor măsurărilor. Or, experienţele arătau că vechile concepte nu se puteau aplica peste tot.

Pentru a interpreta teoria relativităţii, punctul de plecare evident a fost deci faptul că, în cazul limită al vitezelor lente (în raport cu viteza luminii) noua teorie era practic identică cu cea veche. Ca urmare, în această parte a teoriei, modalitatea în care simbolurile matematice trebuiau corelate cu măsurările şi cu termenii limbajului comun era evidentă; de fapt, tocmai graţie acestei corelaţii, transformarea-Lorentz fusese descoperită. Nu exista în acest domeniu nici o ambiguitate asupra semnificaţiilor cuvintelor şi simbolurilor, şi, practic, această corelaţie a fost suficientă deja pentru aplicarea teoriei la întregul domeniu al cercetării experimentale corelate cu problema relativităţii. Problemele controversate — a şti dacă contracţia-Lorentz era „reală" sau „aparentă", problema definirii cuvîntului „simultan" etc. — nu priveau deci faptele, ci mai degrabă limbajul.

Cît priveşte limbajul, s-a observat treptat că nu trebuia, poate, să se mai insiste asupra unor anumite principii. Este întotdeauna dificil să se găsească criterii generale convingătoare pentru a şti ce termeni trebuie utilizaţi în limbaj şi cum trebuie utilizaţi. Trebuia pur şi simplu aşteptat ca limbajul să evolueze, deoarece el se va adapta după un anumit timp la noua situaţie. Efectiv, pentru teoria relativităţii restrînse, această adaptare s-a realizat deja

Scanned with OKEN Scanner

în mare parte în timpul ultimilor 50 de ani. Distincția dintre contracția „reală" și contracția „aparentă", de exemplu, a dispărut pur și simplu; cuvîntul „simultan" este utilizat după definiția pe care i-a dat-o Einstein în timp ce, pentru definiția cea mai largă discutată într-un capitol precedent, se folosește în general termenul „coordonat în spațiu-timp".

În teoria relativității generalizate, ideea unei geometrii neeuclidiene în spațiul real a fost contrazisă cu energie de anumiți filosofi care făceau observația că orice metodă folosită de noi pentru prepararea experiențelor presupune deja geometria euclidiană.

Efectiv, dacă un muncitor ar vrea să prepare o suprafață perfect plană, el o poate face în felul următor: el prepară mai întîi trei suprafețe în mod grosolan plane de dimensiuni apropiate, apoi încearcă să îmbunătățească, pe rînd, două din aceste trei suprafețe punîndu-le în contact în diverse unghiuri. Gradul în care acest contact este posibil asupra întregii suprafețe este o măsură a gradului de precizie cu care se poate spune că aceste suprafețe sînt „plane". El nu va fi satisfăcut de cele trei suprafețe ale sale decît dacă contactul dintre două din ele este complet peste tot. Dacă este cazul, se poate demonstra matematic că geometria euclidiană este valabilă pe cele trei suprafețe. Astfel, se pretindea, geometria euclidiană este simplu *reprodusă* corect de propriile noastre măsurări.

Din punctul de vedere al relativității generalizate, se poate natural răspunde că acest argument nu demonstrează validitatea geometriei euclidiene decît pentru dimensiuni mici, care sînt acelea ale echipamentului nostru experimental. Precizia cu care ea este valabilă în acest domeniu este atît de înaltă, încît procedeul pe care noi l-am invocat pentru obținerea suprafețelor plane se poate folosi întotdeauna; nu se vor observa deviațiile extrem de ușoare de la geometria euclidiană care subzistă în acest domeniu, deoarece suprafețele sînt făcute dintr-un material care nu este strict rigid și care permite foarte mici deformații; dealtfel, conceptul de „contact" nu se poate defini cu o precizie completă. Pentru suprafețele la scară cosmică, procedeul descris mai sus nu se va mai aplica; dar nu este vorba aici de o problemă de fizică experimentală.

Scanned with OKEN Scanner

Punctul de plecare evident pentru interpretarea fizică a formalismului matematic al relativităţii generalizate este din nou faptul că geometria este foarte aproape de a fi euclidiană pentru dimensiunile mici; teoria tinde spre teoria clasică în acest domeniu şi coleraţia între simbolurile matematice şi măsurători şi conceptele limbajului comun este aici fără ambiguitate. Totuşi, se poate vorbi despre geometria neeuclidiană pentru dimensiunile mari. De fapt, mult înainte ca teoria generalizată a relativităţii să fi fost concepută, posibilitatea unei geometrii neeuclidiene în spaţiul real a fost studiată de către matematicieni şi mai ales de către Gauss. Făcînd măsurări geodezice foarte precise asupra unui triunghi format de trei munţi — Brocken în munţii Harz, Inselberg în Thuringia şi Hohenhagen de lîngă Göttingen — , se spune că el a avut o mare grijă să verifice dacă suma a trei unghiuri era efectiv egală cu 180° şi că el considera ca posibilă o diferenţă care ar demonstra abaterea de la geometria euclidiană. De fapt el n-a constatat nici o deviaţie în cadrul limitei de precizie a măsurărilor lui.

În teoria relativităţii generalizate, limbajul cu care noi descriem legile generale urmează în prezent de fapt limbajul ştiinţific al matematicienilor, iar pentru descrierea experienţelor putem utiliza conceptele obişnuite, dat fiind că geometria euclidiană este valabilă cu o precizie suficientă pentru dimensiunile mici. Cea mai dificilă problemă totuşi cu privire la utilizarea limbajului apare în teoria cuantică. Aici n-avem în primul rînd nici un ghid simplu pentru a corela simbolurile matematice şi conceptele limbajului obişnuit; şi singurul lucru pe care noi îl oferim de la început este că noţiunile noastre obişnuite nu se pot aplica la structura atomilor. Punctul de plecare care se impune pentru interpretarea fizică a formalismului pare a fi încă o dată faptul că formalismul matematic al mecanicii cuantice se apropie de mecanica clasică pentru dimensiuni care sînt mari în comparaţie cu acelea ale atomului. Dar chiar această afirmaţie cere anumite rezerve; chiar pentru dimensiunile mari, există numeroase soluţii ale ecuaţiilor cuantice care nu au analog în fizica clasică. Pentru aceste soluţii, apare fenomenul „interferenţei probabilităţii", după cum am expus mai înainte, şi acest feno-

Scanned with OKEN Scanner

men nu există în fizica clasică. Deci, chiar în limitele dimensiunilor mari, corelaţia dintre simbolurile matematice, măsurători şi conceptele obişnuite nu este deloc trivială. Pentru a ajunge la o corelaţie neambiguă, trebuie să ţinem cont de o altă caracteristică a problemei. Trebuie observat că sistemul tratat cu metodele cuantice aparţine de fapt unui sistem mai mare (eventual Lumii întregi) şi că el se află în interacţiune cu acest sistem mare; trebuie adăugat însă că proprietăţile microscopice ale sistemului mare sînt în mare parte necunoscute. Această afirmaţie este, indubitabil, o descriere corectă a stării de fapt. Sistemul care scapă măsurătorilor şi studiului teoretic nu ar aparţine realmente lumii fenomenelor dacă el nu ar avea interacţiuni cu sistemul mai mare din care face parte observatorul. Interacţiunea cu sistemul mare cu proprietăţile lui microscopice nedefinite introduce atunci un nou element statistic în descrierea (cuantică şi clasică) a sistemului considerat. În cazul-limită al dimensiunilor mari, acest element statistic distruge efectul „interferenţei probabilităţilor", astfel încît formalismul cuantic se apropie atunci la limită de formalismul clasic. Ca urmare, la acest nivel, corelaţia dintre simbolurile matematice ale teoriei cuantice şi conceptele limbajului obişnuit este neambiguă, şi această corelaţie este suficientă pentru a interpreta experienţele. Problemele care ne rămîn privesc din nou limbajul mai mult decît faptele, întrucît ceea ce poate fi descris în limbajul obişnuit trebuie să aparţină conceptului „fapt".

Dar problemele limbajului sînt în mod real serioase în acest caz. Noi dorim să exprimăm într-o măsură oarecare structura atomilor şi nu doar „faptele", acestea din urmă fiind, de exemplu, petele negre pe o placă fotografică sau minusculele picături de apă în camera Wilson. Or, noi nu putem vorbi despre atomi folosind limbajul comun.

Putem acum să continuăm analiza mai departe, şi aceasta în două maniere în întregime diferite: fie întrebîndu-ne care este limbajul cu privire la atomi dezvoltat efectiv de fizicieni în timpul celor 30 de ani care s-au scurs de cînd a fost formulată teoria cuantică, fie descriind tentativele făcute pentru a se defini un limbaj ştiinţific precis care să corespundă schemei matematice.

Scanned with OKEN Scanner

În primul caz, se poate zice că noţiunea complementarităţii introdusă de Bohr în interpretarea teoriei cuantice a încurajat pe fizicieni să folosească un limbaj mai degrabă ambiguu decît neambiguu, să utilizeze conceptele clasice într-o manieră mai degrabă vagă în conformitate cu principiul de incertitudine, să aplice alternativ diferite concepte clasice care ar duce la contradicţii dacă ar fi utilizate simultan. Astfel, se vorbeşte despre orbite electronice, unde de materie, densitate a sarcinii, energie, cantitate de mişcare etc., fără a se realiza vreodată că domeniul în care se pot aplica aceste concepte este foarte limitat. Cînd această folosire vagă şi nesistematică a limbajului duce la dificultăţi, fizicianul este obligat să se reducă la schema matematică şi la corelaţia ei lipsită de ambiguitate cu faptele experimentale.

Din mai multe puncte de vedere, această folosire a limbajului este perfect satisfăcătoare, deoarece ea ne reaminteşte o folosire analoagă a limbajului în viaţa zilnică şi în poezie. Ne dăm seama că situaţia de complementaritate nu se limitează numai la lumea atomică: o întîlnim atunci cînd reflectăm la o decizie şi la motivele pentru a o lua, sau cînd avem de ales între a asculta muzică şi a-i analiza structura. Pe de altă parte, conceptele clasice utilizate în această manieră păstrează întotdeauna o anumită imprecizie, avînd faţă de realitate aceeaşi semnificaţie statistică ca aceea pe care o au conceptele termodinamicii clasice în interpretarea lor statistică. Tocmai de aceea ar fi util să discutăm pe scurt asupra acestor concepte statistice ale termodinamicii.

În termodinamica clasică, conceptul de „temperatură" pare a descrie o caracteristică obiectivă a realităţii, o proprietate obiectivă a materiei. În viaţa zilnică, este foarte uşor de definit cu ajutorul unui termometru ceea ce vrem să zicem atunci cînd declarăm că o bucată de materie are o anumită temperatură. Dar cînd încercăm să definim ce ar putea să însemne temperatura unui atom, ne găsim în faţa unei situaţii mult mai delicate, chiar în fizica clasică. De fapt, nu putem să legăm acest concept „temperatura atomului" de o proprietate bine definită a atomului şi trebuie să-l legăm, cel puţin parţial, de cunoaşterea noastră insuficientă asupra acestui atom. Putem lega

valoarea temperaturii de anumite aşteptări statistice asupra proprietăţilor atomului, dar pare îndoielnic că o asemenea aşteptare trebuie considerată ca obiectivă. Conceptul „temperatura atomului" nu este mai bine definit decît era conceptul „asortat" în anecdota cu puştiul care cumpăra bomboane.

La fel, în teoria cuantică, toate conceptele clasice, odată aplicate atomului, nu sînt decît la fel de bine sau la fel de rău definite ca „temperatura atomului", ele sînt legate de aşteptări statistice; şi această aşteptare nu poate decît în cazuri rare să devină un echivalent al certitudinii. Aici, ca şi în termodinamica clasică, este dificil să se declare această aşteptare obiectivă. Am putea-o trata, poate, ca tendinţă sau ca posibilitate obiectivă, ca *potentia*, în sensul filosofiei aristotelice. De fapt, eu cred că limbajul efectiv folosit de fizicieni atunci cînd ei vorbesc despre fenomenele atomice implică în spiritul lor noţiuni analoage cu conceptul de *potentia*. Astfel încît fizicienii s-au obişnuit treptat să considere orbitele electronice etc. nu ca realităţi, ci ca un gen de *potentia*. Limbajul deja s-a adaptat (cel puţin pînă la un punct) la această situaţie de fapt. Dar nu este un limbaj precis în care s-ar putea utiliza structurile logice normale; este un limbaj care creează în spiritul nostru imagini şi, în acelaşi timp, ideea că aceste imagini nu au decît un vag raport cu realitatea, că ele nu reprezintă decît o tendinţă spre realitate.

Caracterul vag al acestui limbaj folosit de către fizicieni a condus de aceea la tentative pentru definirea unui alt limbaj precis care ar angaja structuri logice definite în totală conformitate cu schema matematică a teoriei cuantice. Rezultatul acestor tentative ale lui Birkhoff şi Neumann şi, mai recent, ale lui Weizsäcker poate fi exprimat spunînd că formalismul matematic al teoriei cuantice se poate interpreta ca o extindere sau o modificare a logicii clasice. Există în special un principiu fundamental al logicii clasice care pare că necesită o modificare: în logica clasică se admite că, dacă o afirmaţie are sens, fie ea, fie negaţia sa, trebuie să fie corectă. Între „aici există o masă" şi „aici nu există o masă", fie una, fie cealaltă dintre aceste două afirmaţii trebuie să fie corectă: *tertium non datur*, nu există o a treia posibilitate. Este posibil să nu cunoaştem

care dintre cele două este corectă, dar, în „realitate", una dintre ele este corectă.

În teoria cuantică trebuie modificată această lege a „terţului exclus". Dar, împotriva oricărei modificări a acestui principiu fundamental, s-ar putea argumenta imediat că acest principiu este implicit admis în limbajul comun şi că tocmai în acest limbaj trebuie să ne exprimăm cel puţin atunci cînd vrem să vorbim de modificarea noastră finală a logicii. Ca urmare, ar însemna o auto-contradicţie descrierea în limbajul obişnuit a unei scheme logice care nu se aplică acestui limbaj. Dar aici, arată însă Weizsäcker, se pot distinge mai multe nivele ale limbajului.

Unul dintre aceste nivele se referă la obiecte, de exemplu atomii sau electronii; un al doilea nivel se referă la afirmaţiile asupra obiectelor; un al treilea la afirmaţii asupra afirmaţiilor despre obiecte etc. Va fi atunci posibil să avem structuri logice diferite pentru diferite nivele. Este adevărat că vom reveni finalmente la limbajul natural şi, ca urmare, la structurile logicii clasice. Dar Weizsäcker sugerează că logica clasică ar putea fi un *a priori* al logicii cuantice, la fel cum fizica clasică este un *a priori* pentru teoria cuantică. Logica clasică va fi atunci conţinută în logica cuantică ca un gen de caz-limită, logica cuantică va constitui însă structura logică cea mai generală.

Modificarea posibilă a structurii logicii clasice s-ar referi atunci în primul rînd la nivelul care se referă la obiecte. Să considerăm un atom deplasîndu-se într-o cutie închisă împărţită printr-un perete subţire în două părţi egale, peretele avînd o mică fantă prin care poate trece atomul. În acest caz, după logica clasică, atomul se află sau în jumătatea din stînga, sau în cea din dreapta a cutiei; nu există a treia posibilitate, *tertium non datur*. Dar în teoria cuantică, trebuie să admitem — dacă utilizăm cuvintele „atom" şi „cutie" — că există alte posibilităţi care sînt mixturi stranii ale celor două posibilităţi precedente; aceasta este necesar pentru a ne da seama de rezultatele experienţelor noastre. Am putea, de exemplu, să observăm lumina difuzată de atom şi să facem trei experienţe: *primo*, atomul este închis în jumătatea stîngă a cutiei (de exemplu prin închiderea fantei peretelui) şi se măsoară distribuţia intensităţii luminii difuzate; *secondo*, îl închidem în

Scanned with OKEN Scanner

jumătatea dreaptă şi măsurăm din nou lumina difuzată; *tertio*, atomul poate circula liber în întreaga cutie şi se măsoară încă o dată distribuţia intensităţii. Dacă atomul se găsea mereu fie într-o jumătate fie în cealaltă, distribuţia de intensitate pentru a treia experienţă trebuie să fie un amestec (depinzînd de timpul petrecut de atom în fiecare dintre cele două jumătăţi) al celor două distribuţii prime de intensitate. Dar, în general, acesta nu este experimental observat: adevărata distribuţie a intensităţii este modificată de „interferenţa probabilităţilor", aşa cum am discutat deja.

Pentru a ţine cont de această situaţie, Weizsäcker a introdus conceptul de „grad de adevăr". Pentru orice afirmaţie simplă, cînd este vorba despre o alternativă ca „atomul se află în jumătatea stîngă (sau dreaptă) a cutiei", se defineşte un număr complex ca măsură a „gradului de adevăr" al acestei afirmaţii. Dacă numărul este 1, aceasta înseamnă că afirmaţia este adevărată; dacă este 0, ea este falsă, dar şi alte valori sînt posibile. Pătratul modulului numărului complex dă probabilitatea ca afirmaţia să fie adevărată. Suma celor două probabilităţi asupra celor două ramuri ale alternativei (a fi „în stînga" sau „în dreapta", în exemplul nostru) va fi unitatea. Dar orice pereche de numere complexe privind cele două ramuri ale alternativei reprezintă, după definiţiile lui Weizsäcker, o „afirmaţie" care este cert adevărată dacă numerele au exact aceste valori; cele două numere sînt suficiente, de exemplu, pentru a determina distribuţia de intensitate a luminii difuzate în experienţa noastră. Dacă se admite folosirea cuvîntului „afirmaţie" în această manieră, se poate introduce termenul „complementaritate" prin următoarea definiţie: Orice afirmaţie care nu este identică cu una din cele două afirmaţii iniţiale (în cazul nostru „atomul se află în jumătatea stîngă" sau „atomul se află în jumătatea dreaptă") se numeşte complementara acestor afirmaţii. Pentru orice afirmaţie complementară, problema de a şti dacă atomul este în stînga sau în dreapta, este nedecisă. Dar termenul „nedecisă" nu este echivalent cu termenul „necunoscută"; aceasta din urmă ar însemna că atomul se găseşte „realmente" în stînga sau în dreapta şi că noi nu ştim unde; „nedecisă" indică o situaţie diferită,

pe care nu o putem exprima decît printr-o afirmaţie complementară.

Această structură logică generală (ale cărei detalii nu le putem descrie aici) corespunde în mod precis formalismului matematic al teoriei cuantice. Ea formează baza unui limbaj precis, care poate fi utilizat pentru a descrie structura atomului. Dar aplicaţiile unui asemenea limbaj ridică un anumit număr de probleme dificile, dintre care nu vom discuta decît două: relaţia dintre diferitele nivele ale limbajului şi consecinţele asupra ontologiei subiacente.

În logica clasică, relaţia dintre diferite nivele ale limbajului este de corespondenţă univocă. Cele două afirmaţii — „atomul se află în jumătatea stîngă" şi „este adevărat că atomul se află în jumătatea stîngă" — aparţin logic la două nivele diferite. În logica clasică, aceste afirmaţii sînt complet echivalente, adică ele sînt împreună adevărate sau împreună false, şi este imposibil ca una să fie adevărată şi cealaltă falsă. Dar în structura logică a complementarităţii, această relaţie este mai complicată: justeţea sau falsitatea primei afirmaţii implică încă justeţea sau falsitatea celei de-a doua; dar falsitatea celei de-a doua nu implică falsitatea primei afirmaţii. Dacă a doua este falsă („Nu este adevărat că atomul se află în jumătatea stîngă"), aceasta nu implică necesar că el s-ar afla în jumătatea dreaptă; problema poate fi „nedecisă". Există încă o echivalenţă completă între cele două nivele ale limbajului pentru exactitatea unei afirmaţii, dar nu pentru inexactitatea ei. Plecînd de aici, se poate înţelege persistenţa legilor clasice în teoria cuantică: de fiecare dată cînd un rezultat exact se poate deduce dintr-o experienţă prin aplicarea legilor clasice, acest rezultat se va deduce de asemenea şi prin legile cuantice şi va fi valabil experimental.

Scopul final al tentativei lui Weizsäcker este să aplice de asemenea structurile logice modificate la nivelele mai înalte ale limbajului, dar noi nu putem să expunem aici aceste chestiuni.

Cealaltă problemă priveşte ontologia pe care se fundează aceste structuri logice modificate. Dacă perechile de numere complexe reprezintă o „afirmaţie" într-un sens pe care l-am descris, va trebui să existe în Natură o „stare"

Scanned with OKEN Scanner

sau o „situaţie" pentru care sau despre care afirmaţia să fie exactă. Tocmai în această manieră noi utilizăm cuvîntul „stare". „Stările" care corespund afirmaţiilor complementare sînt numite atunci de către Weizsäcker, „stări coexistente". Acest termen „coexistent" descrie corect situaţia ; de fapt, ar fi dificil să le numim „stări diferite", deoarece fiecare stare conţine de asemenea într-o anumită măsură alte „stări coexistente". Conceptul de „stare" ar furniza atunci o primă determinare relativă la ontologia teoriei cuantice. Se poate imediat observa că această utilizare a cuvîntului „stare", şi, în particular, a cuvîntului „stare coexistentă", este atît de diferită de ontologia materialistă comună, încît ne-am putea îndoi că această folosire ar constitui o terminologie comodă. Pe de altă parte, dacă se consideră cuvîntul „stare" ca descriind o potenţialitate anumită mai degrabă decît o realitate — am putea să înlocuim simplu termenul „stare" prin termenul „potenţialitate" —, conceptul de „potenţialitate coexistentă" este cu totul plauzibil, deoarece o potenţialitate poate conţine total sau parţial alte potenţialităţi.

Toate aceste definiţii şi distincţii diferite se pot evita dacă ne-am restrînge la limbajul care descrie faptele, adică rezultatele experimentale. Totuşi, dacă vrem să vorbim de particulele atomice însele, trebuie fie să folosim formalismul matematic ca singurul supliment al limbajului natural, fie să-l combinăm cu un limbaj care nu se serveşte decît de o logică modificată sau care nu utilizează nici o logică bine definită. În experienţele asupra fenomenelor atomice, avem de-a face cu lucruri şi fapte, cu fenomene care sînt la fel de reale ca şi fenomenele vieţii obişnuite. Dar atomii sau particulele elementare nu sînt la fel de reale ; ele formează o lume de potenţialităţi sau de posibilităţi mai degrabă decît o lume de lucruri sau de fapte.

Scanned with OKEN Scanner

DESPRE STILUL GÎNDIRII FIZICE A SECOLULUI AL XX-LEA*

B. G. KUZNEŢOV

Noţiunea de stil al gîndirii fizice în sensul în care va fi vorba despre el aici a fost introdusă cu aproape 12 ani în urmă de W. Pauli şi M. Born[1].

Prin stil ei înţelegeau particularităţile relativ stabile ale teoriilor fizice, care se modifică lent, caracteristice pentru perioade foarte mari, determinînd sau cel puţin limitînd prognozele posibile asupra dezvoltării ulterioare a fizicii. Caracteristica stilului contemporan al gîndirii ştiinţifice a fost adusă de mecanica cuantică nerelativistă, acest stil caracterizîndu-se prin imposibilitatea îndepărtării unor momente determinate — condiţiile experimentului — din imaginea procesului fizic. După cum vom vedea, astăzi este posibilă o altă tratare a stilului gîndirii fizice, izvorînd din fizica cuantică nerelativistă.

O asemenea perspectivă obligă ca în definirea stilului contemporan al gîndirii fizice să se atragă atenţia asupra laturii pozitive (pozitiv-clasică) a principiului complementarităţii al lui Bohr şi a principiului nedeterminării al lui Heisenberg. Latura negativă constă în *imposibilitatea* determinării simultane oricît de precise a mărimilor fizice conjugate. Latura pozitivă constă în *posibilitatea* aplicării noţiunilor clasice la microcosmos cu preţul limitării preciziei mărimilor corespunzătoare, în posibilitatea determinării precise a fiecărui parametru pe seama parametrului conjugat cu el, în posibilitatea determinării comportării particulei din punct în punct şi din moment în moment prin reconceperea obiectului determinării: se determină

---

* *Einstenovskii sbornik*, 1967, Moskva, Izd.-vo „Mîsli".

Scanned with OKEN Scanner

nu valorile mărimilor dinamice, ci probabilităţile lor. Baza acestor posibilităţi nu o constituie un anumit postulat gnoseologic chipurile *a priori*, ci ea este o bază fizică în sensul propriu al cuvîntului, ea constă în existenţa obiectelor fizice, la care nu se aplică detalierea cuantică. Datorită existenţei unor asemenea corpuri şi a interacţiunii obiectelor cuantice cu obiectele clasice, noi putem, cu limitările şi condiţiile cunoscute, să aplicăm obiectelor cuantice noţiunile clasice (cuvîntul „clasic" desemnează aici noţiunile aplicabile în fizica clasică în calitate de necondiţionate şi „evidente").

Existenţa obiectului clasic, care interacţionează cu obiectul cuantic, este postulatul iniţial al mecanicii cuantice. În legătură cu dezvoltarea electrodinamicii cuantice şi, în general, a concepţiilor cuantice nerelativiste, sensul şi limitele acestui postulat au devenit mai clare. El corespunde unei anumite aproximaţii legice pentru tipurile determinate de interacţiuni şi unui anumit nivel al energiilor.

Pentru a elucida condiţiile şi valoarea unei asemenea aproximaţii Dyson, în articolul *Matricea — S în electrodinamica cuantică*[2], introduce imaginea a doi observatori. Unul — observatorul „ideal" — foloseşte aparate care nu posedă structură atomică, el are posibilitatea să măsoare cu o precizie nelimitată o mărime dată, cu preţul nedeterminării alteia şi, studiind un cîmp dat, poate ignora structura cuantică a altui cîmp care interacţionează cu primul. Al doilea observator — Dyson îl numeşte observatorul „real" — are de-a face cu interacţiuni puternice şi cu energii înalte. El se ciocneşte de imposibilitatea ignorării structurii discrete a aparatului şi a structurii discrete a ambelor cîmpuri în interacţiune.

Totuşi, observatorul „real" al lui Dyson, neavînd posibilitatea să ignoreze structura discretă a obiectului macroscopic, nu poate, în acelaşi timp, să refuze imaginea lui clasică. Fără ea şi, ca urmare, fără predicatele clasice ale particulelor, îşi pierd sensul şi acele detalii ale imaginii lumii vizibile observatorului „real", nu însă şi celui „ideal". Structura logică a mecanicii cuantice se caracterizează printr-o foarte specifică legătură între noţiunile clasice şi concepţiile proprii cuantice: ultimele limitează şi, în cazul general, neagă conţinutul fizic al noţiunilor clasice, dar,

Scanned with OKEN Scanner

totodată, ele își pierd sensul fără noțiunile clasice. Această complementaritate specifică din mecanica cuantică nerelativistă a fost indicată foarte limpede în cunoscutul curs de fizică teoretică al lui L.D. Landau și E. M. Lifșitz[3]. Dar și în teoria relativistă, cum a arătat acest fapt, considerarea problemei greșelilor individuale, descrierea proceselor, care limitează posibilitatea determinării precise a unui parametru dinamic, își pierd sensul fără noțiunile clasice[4].

Bohr s-a străduit să generalizeze principiul complementarității și să-l extindă la noi domenii. În mecanica cuantică întîlnim imaginea obiectului macroscopic, care posedă însușiri garantate, precis determinabile și reacții garantate, precis determinate la acțiunea din afară. Dar o asemenea imagine este cu totul generală și fundamentală. În știință nu se poate exclude o anumită ignorare conștientă a acțiunii microstructurii corpului asupra însușirilor lui metrice și dinamice, altfel savantul s-ar asemăna cu acel licențiat despre care amintea Rosenfeld, expunînd ideile lui Bohr. Povestea acestui licențiat, luată din literatura daneză, este deosebit de instructivă: voind să scrie o lucrare științifică, el a studiat în detaliu procesul ascuțirii peniței, în conștiinciozitatea sa nelimitată de cuprindere a trecut la analiza structurii mineralogice a pietrelor care se folosesc pentru ascuțirea peniței, și ... lucrarea astfel n-a mai fost scrisă. În esență, această istorie convingătoare ilustrează o lege fundamentală, enunțată într-o formă cu totul generală de Einstein. În 1953 Einstein scria prietenului său din tinerețe Maurice Solovine că noțiunea de corp dur este o aproximație care ignoră posibilitatea divizării corpului, observînd de asemenea că corpul care servește ca instrument de măsurare a altor corpuri acționează asupra acestora. În acest fel, însușirile spațiale independente de măsurare ale corpului reprezintă, strict vorbind, abstracții lipsite de un sens fizic. Dar Einstein a înțeles că cerința, „strict vorbind", nu este întotdeauna oportună. Observația lui cu privire la acțiunea corpurilor de măsură asupra obiectelor măsurate se încheia cu fraza: „Pentru a nu greși absolut deloc împotriva rațiunii n-ar trebui, în general, să faci absolut nimic"[5].

Această formulă, natural, se asociază cu mecanica cuantică și pare neașteptată la Einstein. Dar, în realitate,

ea nu este întîmplătoare. Mai mult decît atît, ea este suficientă pentru a medita la ideile tradiţional opuse ale lui Einstein şi Bohr. Ideea seriei continue de stări ale punctului material, nealterate de măsurări, era o presupoziţie cu totul generală a teoriilor fizice ale lui Einstein. Actul măsurării coordonatelor punctului material nu modifică aceste coordonate, ele sînt determinate de condiţiile iniţiale, de forţele aplicate şi de transformările sistemului măsurat. Postulatul independenţei mărimilor măsurate de actul măsurării este legat de postulatul independenţei sistemului de măsură de microstructura lui, dacă prin sistemul de măsură înţelegem, cum făcea Einstein, un corp absolut dur, care poate fi prelungit în orice direcţie şi, în acest sens, reprezintă un sistem de linii care se poate întinde şi ramifica oricît de mult[6]. Einstein nu considera postulatul independenţei însuşirilor metrice ale riglelor şi ceasurilor de microstructura lor suficient pentru întemeierea teoriei relativităţii. În studiul autobiografic din 1949 el scria: „Aceasta, într-un sens cunoscut, este nelogică; propriu vorbind, teoria riglelor şi ceasurilor ar urma să fie dedusă din rezolvarea ecuaţiilor fundamentale (considerînd că aceste obiecte au o structură atomistă şi se află în mişcare), şi nu să o considerăm independentă de ele"[7]. Despre aceasta a scris mai tîrziu Heisenberg: el spunea că riglele şi ceasurile sînt construite, în general vorbind, din multe particule elementare, asupra lor acţionează într-un mod complex diferite cîmpuri de forţe, şi de aceea nu e de înţeles de ce tocmai comportarea lor trebuie să fie descrisă de legi deosebit de simple[8].

Dar aici se potriveşte „a greşi împotriva raţiunii".

Cu preţul acestei greşeli, Einstein a putut să dea o semnificaţie fizică corelaţiilor geometrice, să creeze o nouă relaţie, inexistentă pînă la teoria relativităţii, între geometrie şi fizică şi, prin aceasta, să modifice radical stilul gîndirii geometrice şi fizice. Să ne oprim mai atent asupra acestui fapt.

S.N. Bernstein a pus ca epigraf la *Încercare de întemeiere axiomatică a teoriei probabilităţii* formula strălucită a lui Laplace: „Intelectul uman întîlneşte mai puţine dificultăţi atunci cînd el merge înainte decît atunci cînd se adînceşte în el însuşi". Dacă se consideră construirea

spațiilor cu mai multe dimensiuni și axiomatizarea matematicii „adîncire a rațiunii în sine însăși", iar fizica „mișcare înainte a rațiunii", atunci teoria relativității a distrus o asemenea opoziție. În teoria specială a relativității, mărimea structurii geometrice a lumii a dobîndit un sens fizic, a devenit o problemă care se rezolvă experimental. În teoria generală a relativității, problema metricii euclidiene sau neeuclidiene a dobîndit un sens fizic, putînd fi rezolvată prin experiment și observație. Trebuie subliniat rolul corpului de măsură, independent de microstructură, în această „fizicalizare" a conflictelor geometrice, atît de caracteristică pentru stilul gîndirii științifice în secolul al XX-lea. Imaginea unui asemenea corp cu o metrică garantată în fiecare punct al lumii permite reprezentarea naturii ca un sistem al liniilor de univers cu o anumită structură (euclidiană sau neeuclidiană).

În știința clasică, problema conținutului fizic al noțiunilor geometrice nu era caracteristic pentru stilul gîndirii științifice. Răspunsurile la această problemă erau diferite, dar întotdeauna triviale. Cartezienii identificau spațiul cu substanța; corelațiile geometrice erau pentru ei deja fizice, iar conținutul fizic al noțiunilor geometrice decurgea în mod trivial din această identificare. Pentru alte orientări ale gîndirii fizice din secolele XVIII—XIX, noțiunile geometrice erau rezultatul ignorării abstracte a predicatelor concret fizice ale corpurilor sau un rezultat al unor determinări *a priori*. De aici rezolvarea trivial negativă a problemei conținutului fizic.

Einstein a văzut o problemă fizică, adică una care cere o rezolvare experimentală, acolo unde pînă la el s-au văzut probleme sau aprioric-evidente, sau empiric-evidente. O asemenea abordare a problemei conținutului fizic al spațiului tridimensional a dus la teoria specială a relativității: conținutul fizic posedă o geometrie cvadridimensională pseudoeuclidiană. Cînd aceasta, la rîndul ei, a fost supusă verificării conținutului fizic, acest titlu a trecut la geometria neeuclidiană cvadridimensională: a apărut teoria generală a relativității. Einstein considera că pentru o abordare mai strictă a aceluiași criteriu liniile de univers curbe nu posedă conținut fizic și a căutat o teorie, care nu doar deduce forma liniilor de univers, dar și explică

existenţa particulelor discrete pe aceste linii. Totuşi căutările unei geometrii mai generale, din care s-ar fi putut deduce existenţa altor cîmpuri, pe lîngă cel gravitaţional, interacţiunea acestor cîmpuri şi natura particulelor elementare, au rămas fără rezultat. Conţinutul fizic al liniilor de univers putea fi fundamentat în cadrul unei teorii care atribuie particulelor nu numai o localizare spaţio-temporală, ci şi interacţiunea, care pune în discuţie determinarea localizării.

Ideile lui Bohr au dat conţinut fizic încă mai mult în comparaţie cu teoria relativităţii „adîncirii raţiunii în ea însăşi". Mecanica cuantică, care neagă noţiunile clasice şi, în acelaşi timp, îşi pierde sensul fără acestea, aceasta deja nu mai este un paradox geometric. Dar, după cum corelaţiile neeuclidiene îşi pierd caracterul lor paradoxal în spaţiul cu o anumită curbură (prin identificarea corelaţiilor neeuclidiene cu curbura şi interpretarea fizică a acesteia ca o comportare determinată a riglelor şi ceasurilor), aporiile mecanicii cuantice se rezolvă prin schema interacţiunii obiectelor cuantice cu corpurile care posedă reacţii garantate, independente de microstructura lor. Acesta deja nu este un corp de măsurare şi nici corp de interacţiune, cum sînt riglele şi ceasul, ci diafragme cu orificii înguste, care înregistrează cu precizie poziţia particulei, sau cu uşiţe, care înregistrează impulsul etc.

În etapa actuală, gîndirea teoretică vede un anumit stil unic în conceperea corpului de măsurare şi conceperea corpului de interacţiune, stil care dă sens fizic paradoxurilor geometrice şi logice. Feynman, în legătură cu schema lui asupra mişcării pozitronului şi electronului, vorbea despre un drum în zigzag care de pe pămînt pare două drumuri, dar îşi dezvăluie unicitatea sa cînd este observat din avion. Azi se poate vedea că drumurile lui Einstein şi Bohr, care păreau contradictorii, sînt părţi ale unui drum unic, un drum foarte larg, care-şi păstrează orientarea sa generală pe o perioadă mare, într-o epocă întreagă şi care, în acest sens, caracterizează stilul ştiinţei. Cine joacă rolul avionului din care s-a dezvăluit unitatea acestui drum?

Ea s-a dezvăluit şi, mai mult, a devenit cu totul esenţială pentru gîndirea teoretică odată cu geneza teoriei

particulelor elementare (sau, dacă este vorba despre mijloacele fundamentale ale cunoașterii, — cu fizica energiilor înalte). Tocmai aceasta a adus un cîmp fundamental de aplicare și dezvoltare teoriei relativității și teoriei microcosmosului și a constituit deja cea mai actuală orientare a teoriei cuantice a cîmpului în căutarea formulării consecvente relativiste a acestei teorii. Un asemenea proces a permis să se vadă foarte limpede unele insuficiențe ale întemeierii pur macroscopice a teoriei relativității, insuficiențe care au fost arătate de Einstein în articolul autobiografic și de Heisenberg în studiul citat mai sus. Același proces a permis să se vadă cu o mare claritate caracterul aproximativ al peisajului care se întinde în fața observatorului „ideal" al lui Dyson, granițele acestui peisaj, indicate deja la începutul deceniului al patrulea de către Landau și Peierls, ca și de către Bohr și Rosenfeld. Se poate presupune că granița aplicării independent de microstructura lui a corpului de măsurare și independent de microstructura sa a corpului de interacțiune este una și aceeași. După această graniță se află lumea energiilor înalte, ultrarelativiste, unde are o mare importanță nu numai considerarea interacțiunii dintre cîmpurile cuantificate și a caracterului discret al corpurilor de măsurare și de interacțiune, ci și ciocnirea cu reprezentările pozitiv-clasice, insuficient apreciate, ale observatorului „ideal".

Se poate presupune că energiile de ordinul sutelor de miliarde de electron-volți au deschis o fereastră într-o lume unde deja nu se mai poate separa existența particulei de interacțiunea ei[9], unde nu se mai poate vorbi de o singură particulă, identică cu sine, și nu se mai poate urmări comportarea ei din punct în punct și din moment în moment. Aici se pot întîlni paradoxurile anticlasice cele mai radicale. Postulatul extrem de general al fizicii, de la atomistica antică pînă în zilele noastre, a rămas reprezentarea elementelor structurii lumii care se mișcă într-un spațiu absolut sau, după alte concepții, într-un spațiu relativ, care posedă sau nu o stare de mișcare determinată în fiecare moment, suferind numai modificarea localizării spațiale (sau spațio-temporală) sau care suferă, de asemenea, transmutații. S-ar putea ca fizica energiilor înalte să indice neelementari-

Scanned with OKEN Scanner

tatea particulei în mişcare, identică cu sine în general, evidenţiind caracterul secundar al unei asemenea imagini; particula să fie privită ca un rezultat al unor acte discrete de transmutaţie. În acest caz, titlul „cărămida de construcţie a universului", probabil, nu va fi dat actelor discrete de transmutaţie, cu toate că însăşi noţiunea de transmutaţie nu are sens fără noţiunea de predicat al particulei de un tip determinat, masă, sarcină, spin etc., care se observă numai la particulele identice cu ele însele. În acest fel, nu pot fi excluse observarea determinărilor iniţiale complementare locale şi macroscopice şi necesitatea studierii structurii macroscopice a lumii pentru caracteristica proceselor locale. În orice caz, fizica energiilor înalte promite nu atît completarea listei deja extinse a particulelor elementare, cît observarea posibilă a unui număr mic de particule mai fundamentale, „mai elementare"; înainte de toate, ea promite un răspuns la întrebarea: ce este „elementaritatea", cum apar din procese discrete ultrarelativiste particulele identice care se menţin relativ mult, de ce depinde spectrul maselor acestor particule.

Astăzi nu putem să formulăm precis problemele care se adresează fizicii energiilor înalte. Dialogul cu oracolul ultrarelativist include răspunsuri care modifică semnificaţia întrebărilor puse. Probabil modifică, dar nu pierde sensul, altfel dialogul ar fi steril. O cale esenţială a teoriei actuale a particulelor elementare constă din încercările de a anticipa răspunsurile posibile ale oracolului la acele întrebări pe care ea le pregătea pentru el.

Fizica teoretică trăieşte astăzi „în credit" într-un dublu raport: în primul, ea anticipează o teorie anumită mai generală, necontradictorie, armonioasă, care să întemeieze nişte procedee cu caracter strict de reţetă, în întregime măiestre şi efective, dar fizic nedescifrate, care permit, de exemplu, excluderea valorilor infinite lipsite de semnificaţie ale energiei şi sarcinii; în al doilea, ea anticipează rezultatele posibile ale experimentelor, în care vor participa curente orientate de particule cu energii încă neobţinute, însă nu atît rezultatele cantitative determinate, cît rezultatele care schimbă sensul noţiunilor aplicabile astăzi.

Scanned with OKEN Scanner

În ansamblu, se poate spune că încă niciodată fizica nu a gîndit în asemenea măsură nu numai la structura posibilă a universului, ci și la căile posibile ale propriei sale dezvoltări. Asemenea ipoteze sînt foarte caracteristice pentru stilul gîndirii fizice contemporane. Previziunile dezvoltărilor viitoare adesea devin o parte indisolubilă a teoriilor fizice înseși.

De aceea fizica actuală este atît de aproape de criteriul einsteinian al alegerii teoriei științifice: criteriul „justificării externe" (corespondența cu observațiile) și criteriul „desăvîrșirii interne" (teoria trebuie în mod natural să decurgă din ipotezele cele mai generale posibile)[10]. Aceste criterii se unifică în cerința einsteiniană deja amintită a conținutului fizic al noțiunilor primare: ele trebuie în principiu să admită și, într-o oarecare măsură, să anticipeze verificarea experimentală a concluziilor teoretice[11]. La rîndul său experimentul, adică întrebarea pe care o punem naturii, se construiește astfel încît răspunsul se raportează la cele mai generale probleme și asigură teoriei „desăvîrșirea internă" maximă. Se înțelege, toate acestea sînt anticipări, așteptări, neavînd pretenția realizării univoce: rezultatele reale ale experimentului pot include confirmarea neașteptată a ideilor care ni se păreau că principial nu admiteau verificări sau ele pot duce la infirmarea concepțiilor „evidente". La rîndul lor, pe baza considerării ulterioare a rezultatelor experimentului, se poate observa în mod neașteptat valoarea lor principială, se poate observa că fiecare experiment a fost *experimentum crucis* pentru supozițiile originale ale imaginii lumii.

Evident, pentru stilul gîndirii fizice proprie secolului nostru este foarte caracteristică o asemenea anticipare a generalizării teoretice și a verificării experimentale. Se poate de asemenea spune că determinarea acestui stil se bazează nu atît pe generalizarea unor asemenea teorii certe și ferme, cum ar fi teoria relativității și teoria cuantică nerelativistă, cît pe prognoze, care se referă la probleme încă nerezolvate. Un exemplu tipic — modelul atomului al lui Bohr. Postulatele lui Bohr au fost justificate într-o anumită măsură de așteptarea unei concepții generale, care deja a apărut și a fundamentat cuantificarea orbitelor

electronice. Această aşteptare s-a realizat după zece ani, la mijlocul deceniului al treilea, cînd s-a creat mecanica cuantică. Pe de altă parte, modelul lui Bohr a anticipat extinderea schemelor orbitelor discrete la alţi atomi, pe lîngă cel de hidrogen, ceea ce s-a realizat cu o modificare substanţială a variantei primare. Intuiţia fizică care a creat deja prima punte precară între experiment şi concepţia axiomatizată, între două maluri încă nerealizate, joacă în fizică un rol esenţial. Intuiţia în ştiinţă se apropie de muzică, care, după definiţia lui Einstein, este „bucuria sufletului care numără, fără să ştie însă de aceasta". De aceea şi numea Einstein crearea modelului atomului al lui Bohr „cea mai înaltă muzicalitate în domeniul gîndirii".

Şi astfel stilul gîndirii, care se distinge deja în lucrarea lui Einstein *Despre electrodinamica corpurilor în mişcare* şi care se păstrează, atît cît putem judeca, în a doua jumătate a secolului nostru, consta în „justificarea externă" şi „desăvîrşirea internă" a teoriei fizice, în substanţialitatea fizică a noţiunilor primare, în anticiparea verificării lor experimentale, în postulatul corpului macroscopic cu însuşiri metrice garantate şi cu reacţii garantate la acţiunea microobiectelor, în interpretarea fizică a paradoxurilor geometrice şi logice.

În încheiere, cîteva cuvinte în legătură cu o asemenea determinare şi cu aprecierile retrospective ale stilurilor epocilor trecute. Pentru fiecare epocă a existat realmente un anumit stil determinat al cercetării ştiinţifice. El este vizibil nu numai în conţinutul teoriilor fizice pozitive. Poate încă mai clar, el este vizibil într-un anumit ideal general, către care tindeau oamenii de ştiinţă, care exprima în cel mai mare grad trăsăturile stilului epocii lor. Dacă se formulează acest ideal, devin mai limpezi obstacolele istorice şi logice care nu au permis realizarea lui în concepţiile fizice pozitive ale epocilor. Aceste obstacole — fapte, imagini, idei, care nu încăpeau în cadrele schemei ideale — reprezintă acum, retrospectiv, mărturia transformărilor ulterioare ale principiilor originale ale ştiinţei — *memento mori* originale pentru epocile trecute şi caracteristici pentru stilul lor.

Scanned with OKEN Scanner

La Aristotel, la comentatorii și epigonii lui, idealul descrierii științifice a lumii fizice a fost schema *integrală* a construcției lumii care explica toate procesele observabile. Cel mai limpede s-a manifestat această schemă în cosmologia și mecanica lui Aristotel : universul finit reprezenta armonia locurilor naturale către care tindeau corpurile care erau scoase din locurile lor naturale de mișcări violente. *Memento mori* al fizicii peripatetice — lipsa mecanismului cauzal, care să explice starea corpurilor prin stările imediat anterioare.

Pentru fizica clasică din secolele XVII—XIX, pentru antecedentele ei istorice, pentru aproximațiile clasice din știința actuală, pentru noțiunile clasice în acel sens despre care s-a vorbit mai sus, este caracteristică o tendință contradictorie. Începînd cu Galilei, în știință intră reprezentarea *diferențială* a mișcării : obiectul care se mișcă este privit din punct în punct și din moment în moment, iar traiectoria continuă a particulei devine imaginea originală a tabloului lumii. Ecuațiile lui Lagrange reprezintă cea mai limpede expresie a acestei tendințe, iar imaginea laplaceeană a mișcării tuturor particulelor universului, cuprinzînd substanța supremă, este idealul explicației diferențial-cauzală. Metodele integrale se păstrează, în mecanica analitică figurează ecuații integrale, rezolvările univoce ale sarcinilor mecanice cer determinarea condițiilor inițiale, dar tot timpul se păstrează speranța în descifrarea cauzal-diferențială a concepțiilor integrale ; în acest sens, Kant dă realmente explicația corespunzătoare a condițiilor inițiale ale mecanicii cerești a lui Newton. Dar există o dificultate mai fundamentală — veritabil *memento mori* al reprezentării diferențiale. Se înțelege, „mori" are aici un sens cu totul condiționat : reprezentarea diferențială nu poate dispărea, ea poate să-și piardă numai caracterul absolut și „evident" și tocmai de aceea să obțină o întemeiere, să nu rămînă ultima verigă a analizei. Dificultatea fundamentală a reprezentării diferențiale constă în imposibilitatea individualizării corpului în mișcare, dacă el nu posedă alte predicate, pe lîngă cele spațiale. Această dificultate de care s-a lovit Descartes, care a fost energic subliniată de Leibniz, s-a păstrat pînă azi cu toată ascuțimea sa. Linia de univers

a particulei rămînînd, după cum s-a spus deja, o noţiune geometrică, nu poate fi obiect al experimentului dacă nu se petrece altceva cu particula în afara trecerii ei de la un punct la altul al liniei de univers. Particula se deosebeşte de punctul liniei de univers prin aceea că ea interacţionează cu alte particule. Măsura acestei interacţiuni cu toate particulele (masa) şi cu particulele de un tip determinat (sarcina), caracterul dezintegrării la interacţiunile care provoacă dezintegrarea, toate acestea completează noţiunea liniei de univers a particulei cu un conţinut fizic propriu. În acest sens, mecanica cuantică rezolvă o aporie fundamentală a tabloului clasic al lumii.

În ce constă noul ideal neclasic al explicaţiei fizice? Un asemenea ideal este teoria unitară a particulelor elementare. Acest ideal al ştiinţei se consideră azi ca ceva în principiu realizabil, nu prea tîrziu şi absolut necesr pentru înaintarea pe toate domeniile importante ale cercetării fizice. Împreună cu aceasta, programele care servesc la proiectarea noilor acceleratori şi care se referă la deceniile ce se apropie formează în esenţă un program de a răspunde la o întrebare centrală a ştiinţei, care a stat mereu în faţa ei în decursul ultimelor secole. În realitate, problema unei unice substanţe materiale a fost pusă în secolul VI î.e.n. în coloniile ioniene ale Greciei şi de atunci nu a mai părăsit planurile ştiinţei. Astăzi este vorba tocmai despre o substanţă unică, ale cărei modificări formează lumea complexă variată şi infinită a proceselor fizice. Spre deosebire de trecut, astăzi se propune observarea însuşirilor unei substanţe unice în domenii locale ultramicroscopice, însuşiri neseparabile de interacţiunile cu procesele din alte domenii locale. Căutările unei asemenea rezolvări sînt orientate spre un anumit ideal al explicaţiei fizice: al încă negăsitei teorii care să deducă spectrul maselor şi sarcinilor particulelor, condiţionat numite acum elementare, din procesele ultramicroscopice, inseparabile de interacţiunile cu cele macroscopice.

Acest ideal, care dobîndeşte o formă specială concretă cînd este vorba despre rezultatele aşteptate ale experimentelor cu aplicarea energiilor foarte înalte, se poate numi

idealul ultrarelativist al gîndirii fizice. Dar noi îi întîlnim preistoria sa şi în mecanica cuantică nerelativistă. Noţiunea de obiect cuantic dobîndeşte un sens fizic prin interacţiunea obiectului cuantic cu obiectul macroscopic. Sensul principiului complementarităţii constă în combinarea necesară a aspectului local cu tabloul liniilor continue, prin care se determină în cazul general valoarea probabilă a mărimilor dinamice.

Dar noi putem merge încă mai departe în căutarea celei mai generale, primordiale şi originare forme a stilului actual al gîndirii fizice. Şi atunci noi ajungem la începutul secolului, la criteriul substanţialităţii fizice, aplicabil la început la noţiunile geometrice tridimensionale, apoi la cele cvadridimensionale euclidiene, apoi la cele neeuclidiene. Şi atunci ne vom convinge că acest criteriu a fost cea mai caracteristică trăsătură a stilului gîndirii ştiinţifice a secolului al XX-lea.

NOTE

[1] Vezi Max Born, *Proc. Phys. Soc.*, 1953, vol. 66, 402 A, 501.

[2] F. Dayson, *Phys. Rev.*, 1949, vol. 15, 1 736.

[3] L. Landau, E. M. Lifshitz, *Teoreticeskaia fizika*, t. 3, 2-ed. Fizmatghiz, 1963.

[4] L. Rosenfeld, *Kvantovaia mehanika*, în *Niels Bohr i razvitie fiziki*, Moskva, 1958, p. 96—128.

[5] A. Einstein, *Lettres à Maurice Solovine*, Paris, 1956, p. 129.

[6] A. Einstein, *Sobranie naucinîh trudov*, t. 1, Moskva, Nauka, 1965. p. 533—534.

[7] A. Einstein, *Tvorceskaia avtobiografia*, în A. Einstein, *Fizika i realinosti*, Moskva, 1965, p. 153.

[8] W. Heisenberg, *Zameciania k einstenovskomu nabroscu edinoi teorii polia*, în *Einstein i razvitie fiziko-matematiceskoi mîsli*, Moskva, 1962, p. 65.

[9] P. Oppenheimer, *Prefață* la *Nature of Matter*, 1965.

[10] A. Einstein, *Tvorceskaia avtobiografia*, în A. Einstein, *Fizika i realinosti*, Moskva, 1965, p. 139—140.

[11] *Ibidem*, p. 135—136.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

Partea I. INTRODUCERE ÎN EPISTEMOLOGIE

0. LUCRĂRI GENERALE

0.1. *Tratate şi monografii generale:*

Mario Bunge, *Scientific Research*, 2 vol., Berlin-Heidelberg-New York, Springer, 1967.

R. M. Chisholm, *Theory of Knowledge*, New Jersey, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1965.

C. G. Hempel, *Philosophy of Natural Science*, New Jersey, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1966.

G. Klaus, *Spezielle Erkenntnistheorie*, Berlin, D.W.V., 1966.

T. Kotarbinski, *Gnosiology*, Oxford, Pergamon Press, 1966.

E. Nagel, *The Structure of Science*, New York, Routledge and Kegan Paul, 1961.

J. Piaget (red.) *Logique et connaissance scientifique*, Encyclopédie de la Pléiade, Paris, Gallimard, 1967.

B. Russell, *Human Knowledge, Its Scope and Limits*, London, Allen & Unwin; New York, Humanities Press, 1948.

W. Stegmüller, *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1970–1973.

* * * *Loghiceskaia Struktura Naucinovo Znania*, Moskva, Nauka, 1965.

0.2. *Colecţii de studii cu apariţie periodică:*

Boston Studies in the Philosophy of Science, Reidel, Dordrecht-Holland.

Logic, Methodology and Philosophy of Science, Amsterdam, Stanford.

Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Univ. of Minnesota Press, Minneapolis.

Philosophy of Science, The Delaware Seminar, New York, J.Wiley & Sons.

Studies in the Foundations, Methodology and Philosophy of Science (Mario Bunge ed.), Springer, Berlin-Heidelberg-New York.

Scanned with OKEN Scanner

0.3. *Culegere de studii; antologii:*

B. A. Brody (ed.), *Readings in the Philosophy of Science*, New Jersey, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, 1970.

M. Bunge (ed.), *The Critical Approach to Science and Philosophy*, Essays in honor of Karl R. Popper, The Free Press, 1964.

R. C. Colodny (ed.), *The Nature and Function of Scientific Theories*, University of Pittsburg Press, 1970.

E. Madden (ed.), *The Structure of Scientific Thought*, London, Routledge and Kegan Paul, 1960.

S. Morgenbesser (ed.), *Philosophy of Science Today*, New York, Basic Books, 1967.

P. A. Schilpp (ed.), *The Philosophy of Rudolf Carnap*, La Salle, Ill., 1963.

P. Tavaneț (ed.), *Problemî Loghiki Naucinovo Poznania*, Moskva, Nauka, 1965.

* * * *Epistémologie et marxisme*, Paris, Union Générale d'Editions, 1972.

* * * *Foundations of Statement and Decisions*, Warszawa, P.W.N., 1965.

* * * *Wege der Erkennens*, Berlin, D. W. V., 1969.

0.4. *Reviste specializate:*

„Dialectica", Neuchâtel.

„British Journal for the Philosophy of Science", London.

„Synthese", An International Journal for Epistemology, Methodology and Philosophy of Science, Dordrecht-Holland.

„Theoria", Lund.

„Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie", Wisbaden.

1. ISTORIA EPISTEMOLOGIEI:

E. W. Beth, *Critical Epochs in the Development of the Theory of Science*, în „British Journal for the Philosophy of Science", 1 (1950).

R. Blanché, *Science actuélle et le rationalisme*, Paris, P. U. F., 1966.

L. Brunscwicg, *Les Étapes de la Philosophie mathèmatique*, Paris, F. Alcan, 1922.

E. Cassirer, *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft neueren Zeit*, Berlin, Bruno Cassirer, 1922.

J. Cavaillés, *Sur la Logique et la Théorie de la Science*, Paris, P. U. F., 1947.

F. Enriques, G. de Santillana, *Compendio di storia del pensiero scientifico*, Bologna, 1953.

Ath. Joja, *Liniamente logico-epistemologice*, în *Studii de logică*, vol. III, București, Editura Academiei, 1971.

Scanned with OKEN Scanner

J. J. Kochelmans, *Philosophy of Science : The Historical Background*, Free Press, 1968.

E. Madden, *Theories of Scientific Method*, Univ. of Washington Press, 1960.

2. METODELE EPISTEMOLOGIEI CONTEMPORANE:

J. Piaget, *Nature et méthodes de l'épistemologie*, în J. Piaget (ed.), *Logique et connaissance scientifique*.

R. Blanché, *La methode experimentale et la philosophie de la physique*, Paris, A. Colin, 1969.

L. Blaga, *Experimentul şi spiritul matematic*, Bucureşti, Editura ştiinţifică, 1969.

A. Grzegorczyk, *Vers une synthèse méthodologique de la connaissance*, *Logique et Analyse*, 32, dec. 1965.

G. Holton, *On the thematic analysis of science*, în *Melanges Al. Koyré*, vol. II, *L'aventure de l'ésprit*, Paris, Hermann, 1964.

Al. Koyré, *Études d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, P.U.F., 1966.

I. Lakatos, *History of science and its rational reconstruction*, în *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol VIII, D. Reidel, Dordrecht, Holland, 1971.

H. Poincaré, *La Valeur de la Science*, Paris, Flammarion, 1905.

R. Suszko, *Formal logic and the development of knowledge*, în J. Lakatos, A. Musgrave (eds.), *Problems in the Philosophy of Science*, Amsterdam, North-Holland, 1968.

3. VARIETĂŢILE EPISTEMOLOGIEI CONTEMPORANE:

Th. Hill, *Contemporary Theories of Knowledge*, New York, 1964.

C. Paris, *Le problème de la science*, în *Les Grands Courants de la Pensée Mondiale. Contemporaine*, vol. II.

G. Bachelard, *Le Nouvel Esprit Scientifique*, Paris, P. U. F., 1934.

R. Carnap, *Philosophical Foundations of Physics, An Introduction to the Philosophy of Science* (M. Gardner (ed.)), New York, Basic Books, 1966.

E. Cassirer, *The Problem of Knowledge*, New Haven, Yale Univ. Press, 1950.

F. Gonseth, *Stratégie de fondement et stratégie d'engagement*, în „Dialectica", nr. 3—4/1968.

Ed. Husserll, *Die Krisis der europäischen Wissenschaft und die transcendentale Phänomenologie*, Haag, M. Nijhoff, 1962.

Th. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, Univ. of Chicago Press, 1962.

Scanned with OKEN Scanner

J. Lakatos, *Falsification and the Methodology of Scientific Research Programs*, în J. Lakatos, A. Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge Univ. Press, 1970.

J. Piaget, *Introduction a l'épistemologie génétique*, 3 vol., P. U. F., Paris, 1951.

K. Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, London, Hutchinson; New York, Basic Books, 1959.

W. van O. Quine, *Word and Object*, M. I. T. Press, 1960.

M. Polany, *Personal Knowledge, Toward a Post-critical Philosophy*, Harper & Row, New York, 1964.

4. RELAȚIA EPISTEMOLOGIEI CU ALTE RAMURI ALE METAȘTIINȚEI:

P. Bernays, *Von der Syntax der Sprache zur Philosophie der Wissenschaften*, în „Dialectica", nr. 43/44, 1957.

A. Fraenkel, *Epistemology and Logic*, în *Logic and Language, Studies dedicated to Rudolf Carnap*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1962.

J. Hintikka, *Knowledge and Belief*, Ithaca, New York, Cornell Univ. Press, 1962.

Al. Koyré, *Influence of Philosophic Trends on the Formulation of Scientific Theories*, în *The Scientific Monthly*, vol LXXX, 1955.

R. Martin, *Épistemologie et philosophie*, în *Hommage à G. Bachelard*.

W. van O. Quine, *Epistemology naturalized*, în W. V. Quine, *Ontological Relativity & other essays*, Columbia Univ. Press, New York and London, 1969.

Partea a II-a. EPISTEMOLOGIE GENERALĂ

1. CUNOAȘTERE ȘTIINȚIFICĂ — CUNOAȘTERE COMUNĂ:

G. Bachelard, *Le matérialisme rationnel*, Paris, P. U. F., 1953.

M. Bunge, *Scientific Research*, vol I, chap. 1.

F. Gonseth, *„Connaître par la science"*, în „Dialectica", nr. 31, 1954.

E. Nagel, *The Structure of Science*, Introduction.

2. CARACTERISTICILE CUNOAȘTERII ȘTIINȚIFICE ACTUALE:

G. Bachelard, *Le rationalisme appliqué*, Paris, P.U.F., 1949.

J. M. Bochenski, *The Methods of Contemporary Thought*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1965.

W. Heisenberg, *Änderungen der Denkstruktur im Fortschritt der Wissenschaft*, în „Studium Generale", 23, nr. 9, 1970.

J. Ullmo, *La pensée scientifique moderne*, Paris, 1958.

3. UNITATEA ȘTIINȚEI:

R. Carnap, *Logical Foundations of the Unity of Science*, în „International Encyclopedia of Unified Science", I, nr. 1, 1938.

Scanned with OKEN Scanner

F. Gonseth, *De l'unité du savoir*, în „Diatectica", nr. 14, 1950.

P. Oppenheim, H. Putnam, *Unity of Science as a working hypothesis*, în *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 2.

J. Ruytinx, *The Unity of Science. Present State of the Problem*, în „Revue Internationale de Philosophie", 1—2, 1967.

C. F. von Weizsäcker, *Die Einheit der Natur*, München, Hanser, 1971.

4. MODELE ŞI CONCEPŢII GENERALE ASUPRA NATURII ŞTIINŢEI:

F. Gonseth, *La métaphysique et l'ouverture a l'experience*, Paris, P.U.F., 1960.

N. R. Hanson, *Patterns of Discovery, An Inquiry into the Conceptual.*

Ed. Husserl, *Meditations cartesiennes*, trad. par G. Peiffer et E. Levinas, Paris, J. Vrin, 1966.

Th. Kuhn, *„The Function of Dogmain Scientific Research"*, în A. Crombie (ed.), *Scientific Change*, Basic Books, New York, 1963.

K. Popper, *Conjectures and Refutations*, London, Routledge and Kegan Paul, New York; Basic Books, 1963.

I. Scheffler, *The Anatomy of Inquiry*. London, Routledge and Kegan Paul, 1964.

5. ABSTRACŢIE ŞI IDEALIZARE:

W. T. Barr, *A syntactic and semantic analysis of idealizations in science*, în „Philosophy of Science", 38, nr. 2, 1971.

L. W. Beck, *Constructions and Inferred Entities*, în „Philosophy of Science, 17, nr. 1, 1950.

P. Bernays, *Die Schematische Korrespondenz und die Idealisierten Strukturen*, în „Dialectica", 24, 1—3, 1970.

D. P. Gorski, *Voprosî abstrakţii i obrazovania poniatii*, Moskva, Nauka, 1961.

W. Heisenberg, *Der Abstraktion in der modernen Wissenschaft*, în „Wissenschaft und Forschritt", nr. 3, 1964.

Ed. Husserl, *Realitätswissenschaft und Idealisierung. Die mathematisierung der Natur*, în *Krisis der europäischen Wissenschaft.*

St. Körner, *Deductive Unification and Idealisation*, în „British Journal for the Philosophy of Science", februarie, 1964.

H. Margenau, *The Nature of Physical Reality*, New York, McGraw-Hill Book Co., 1950, chap. V.

6. LIMBAJUL ŞTIINŢIFIC:

Y. Bar-Hillel, *Language and Information*, Addison Wesley, London and Jerusalem Academic Press, 1964.

Scanned with OKEN Scanner

P. Bernays, *Zur Rolle der Sprache in erkenntnistheoretischer Hinsicht*, în *Logic and Language*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1962.

E. W. Beth, *The Relationship between formalized languages and natural languages*, în *Form and Strategy in Science*, J. Gregg, F. T. Harris (eds.), Reidel, Dordrecht-Holland, 1964.

R. Carnap, *Beobachtungsprache und theoretische Sprache*, în „Dialectica", 12, nr. 3/4, 1958.

F. Gonseth, *Le problème du langage et la philosophie ouverte*, în „Dialectica", 20, nr. 1, 1966.

J. Ladriére, *Langage scientifique et langage speculatif*, în „Revue philosophique de Louvain", 69, nr. 1, 2, 1971.

J. F. Rosenberg (ed.), *Readings in the Philosophy of Language*, New Jersey, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, 1971.

7. EMPIRIC ŞI TEORETIC:

R. Carnap, *The Methodological Character of Theoretical Concepts*, în *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. II.

L. Foster, J. W. Swanson (eds.), *Experience and Theory*, London, Duckworth, 1970.

C. G. Hempel, *The theoretician's Dilemma*, în *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*, New York, Free Press, 1965.

J. Hintikka, *On the Different Ingredients of an Empirical Theory* (invited paper). *Al IV-lea Congres Intern. de Logică, Metodologie şi Filosofia ştiinţei*, Bucureşti, 1971.

St. Körner, *Experienţă şi teorie*, Bucureşti, Editura ştiinţifică, 1969.

F. P. Ramsey, *Theories*, Ch. IX A din *The Foundations of Mathematics and other Logical Essays*, Routledge and Kegan Paul, London, 1931.

W. Stegmüller, *Theorie und Erfahrung*, vol. II din *Probleme und Resultate der Wissenschaftltheorie und Analytischen Philosophie*.

* * * „Dialectica", nr. 22, 1952, 26, 1953.

8. A PRIORI A POSTERIORI:

R. Blanché, *Science actuelle et le rationalisme*.

F. Gonseth, *L'ouverture à l'experience et les a priori*, în „Dialectica", nr. 33/34, 1955.

J. Hintikka, *Are mathematical truths synthetic a priori?*, în „Journal of Philosophy", 65 (1958).

Ed. Husserl, *Formale und transcendentale Logik*.

C. I. Lewis, *An Analysis of Knowledge and Valuation*, La Salle, Ill., 1946.

J. Piaget, *Biologie şi cunoaştere*, Cluj, Editura Dacia, 1971.

Scanned with OKEN Scanner

9. ANALITIC — SINTETIC:

G. Frege, *Die Grundlagen der Arithmetik*, Breslau, 1884.

J. F. Harris Jr., R. H. Severens (eds.), *Analyticity*, Quadrangle Books, Chicago, 1970.

M. Przelecki, R. Woicicki, *The Problem of Analyticity*, în „Synthese", 19 (1969).

H. Putnam, *Analytic-Synthetic*, în J. F. Rosenberg, *Readings in the Philosophy of Language*.

J. A. Winnie, *Theoretical Analyticity*, în *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. VIII, 1971.

10. PROBLEMA ŞTIINŢIFICĂ:

M. Bunge, *Scientific Research*, I, chap. 4.

H. Mehlberg, *The Reach of Science*, Univ. of Toronto Press, 1958. chap. 3.

K. R. Popper, *Conjectures and Refutations*, chap. VII.

* * * *Loghiceskaia struktura naucinovo znania*, Moskva, Nauka, 1965.

11. IPOTEZA ŞTIINŢIFICĂ:

Şt. Barker, *Induction and Hypothesis*, Cornel Univ. Press, Ithaca, 1957.

P. Duhem, *La Théorie physique, son objet et sa structure*, chap. VII.

R. C. Jeffrey, *Valuation and acceptance of scientific hypothesis*, *Philosophy of Science*, 23, 1956.

H. Korch, *Die Wissenschaftliche Hypothese*, Berlin, D. W. V., 1972.

A. Lalande, *Les Théories de l'Induction et de l'Experimentation*, Boivin & C-ie, Paris, 1929, Ch. V.

H. Poincaré, *Science et Hypothese*, Paris, Flammarion 1905.

K. R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, chap. IV, X.

12. LEGEA ŞTIINŢIFICĂ:

M. Bunge, *Kinds and Criteria of Scientific Laws*, în „Philosophy of Science", vol. 28, nr. 3, 1961.

R. Chisholm, *Law statements and counterfactual inference*, în „Analysis", 15, 1955.

H. Reichenbach, *Nomological Statements and Admissible Operations*, Amsterdam, North Holland, 1954.

V. A. Smirnov, *Nivelele cunoaşterii şi etapele procesului cognitiv*, în *Logica ştiinţei*, Bucureşti, Editura politică, 1970.

W. Stegmüller, *Wissenschaftliche Erklärung und Begründung*, chap. V, Berlin-Heidelberg-New York, Springer, 1969.

Scanned with OKEN Scanner

13. TEORIA ŞTIINŢIFICĂ:

13.1. *Statutul teoriei ştiinţifice; definiţie şi interpretări:*

M. Bunge, *Foundations of Physics*, chap. I, V, Berlin-Heidelberg-New York, Springer, 1967.

R. Carnap, *Foundations of Logic and Mathematics*, Univ. of Chicago Press, 1939.

Th. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions.*

E. Nagel, *The Structure of Science.*

W. van O. Quine, *From a Logical Point of View*, Harvard Univ. Press, Mass., 1953.

K. Popper, *The Logic of Scientific Discovery.*

P. Suppes, *What is a Scientific Theory*, în S. Morgenbesser (ed.), *Philosophy of Science Today.*

13.2. *Structura teoriei ştiinţifice:*

M. Bunge, *Scientific Research*, I, chap. 7.

C. G. Hempel, *Aspects of Scientific Explanation.*

H. Mehlberg, *Aspectele teoretice şi empirice ale ştiinţei*, în *Logica ştiinţei*, Bucureşti, Editura politică, 1970.

J. Sneed, *The Logical Structure of Theoretical Physics*, Reidel, 1971.

* * * *Teorie şi experiment*, Bucureşti, Editura politică, 1971.

13.3. *Definiţie şi demonstraţie:*

R. Carnap, *Logische Syntax der Sprache*, Wien, Springer, 1934.

J. Hintikka, *Kant and the tradition of Analysis*, în *Deskription, Analytizität und Existenz*, P. Weingarther (ed.), Salzburg/München, A. Pustet Verlag, 1966.

C. Popa, *Teoria definiţiei*, Bucureşti, Editura ştiinţifică, 1973.

R. Robinson, *Definition*, Oxford, Clarendon Press, 1950.

B. Russell, *Introduction to Mathematical Philosophy*, London, 1 919

H. Scholz, H. Schweitzer, *Die sogennante Definition durch Abstraktion*, Leipzig, 1935.

P. Suppes, *Introduction to Logic*, New York, Van Nostrand, 1957.

A. Tarski, *Logic, Semantics, Metamathematics*, Oxford, Clarendon Press, 1956.

13.4. *Construcţia teoriei ştiinţifice:*

P. Alexander, *Theory-Construction and Theory-Testing*, în „British Journal for the Philosophy of Science", IX, may, 1958.

M. Bunge, *Scientific Research*, I, chap. 8.

Scanned with OKEN Scanner

A. Einstein, *Physics and Reality*, 1936.

C. G. Hempel, *Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*, Univ. of Chicago Press, 1952.

C. L. Hull, *Hypothetico-deductive Method of Theory Construction*, în L. Stolurow (ed.), *Readinds in Learning*, New York, Prentice Hall, 1953.

J. H. Woodger, *The Technique of Theory Construction*, Univ. of Chicago Press, 1939.

13.5. *Reconstrucția logică a teoriilor științifice. Axiomatizare și formalizare:*

R. Blanché, *L'axiomatique*, Paris, P.U.F., 1955.

W. Craig, *Replacement of auxiliary expressions*, în Philosophical Review, 65, 1956.

L. Henkin, P. Suppes, A. Tarski (eds.), *Axiomatic Method*, Amsterdam, North-Holland, 1959.

J. Hintikka, R. Tuomela, *A General Theory of Auxiliary Concepts*, în J. Hintikka, P. Suppes (eds.), *Information and Inference*, Reidel Publ. Co., Dordrecht, Holland, 1970.

F. P. Ramsey, *Theories*, în *The Foundations of Mathematics*, London, Routledge and Kegan Paul, 1931.

P. Suppes, *Set-Theoretical Foundations of the Axiomatic Method*, chap. 12, în *Introduction to Logic*.

13.6. *Funcțiile teoriei științifice:*

R. B. Braithwaite, *Scientific Explanation*, Cambridge Univ. Press, 1953.

J. F. Hanna, *Explanation, Prediction, Description and Information Theory*, în „Synthese", nr. 3, 1969.

C. G. Hempel, P. Oppenheim, *Studies in the Logic of Explanation*, în „Philosophy of Science", XV, 1948.

E. Jantsch, *Prognoza tehnologică*, București, Editura științifică, 1973.

H. Reichenbach, *Experience and Prediction*, Univ. of Chicago Press, 1961.

N. Rescher, *Scientific Explanation*, New York, The Free Press, 1970.

13.7. *Relațiile interteoretice:*

M. Bunge, *Problems Concerning Intertheory Relations*, în P. Weingartner, G. Zecha (eds.), *Induction, Physics and Etics*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1970.

C. Kordig, *The Justification of Scientific Change*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1971.

Scanned with OKEN Scanner

M. Strauss, *Intertheory Relations*, în *Induction, Physics and Etics*.
L. Tisza, *The Conceptual Structure of Physics*, în „Reviews of Modern Physics", nr. 1, 1963.

13.8. *Verificarea teoriilor ştiinţifice:*

O. Costa de Beauregaard, *Autofondation*, în „Dialectica", 24, 4, 1970.

M. Bunge, *Verification des théories scientifiques*, în *Logique et analyse*, 23—24, 1968.

P. Duhem, *La Théorie Physique, son Objet et sa Structure*.

P. G. Frank (ed.), *The Validation of Scientific Theories*, Boston, 1954.

F. Gonseth, *Comment fonder une discipline exacte*, în „Dialectica", 20, nr. 2, 1966.

K. Popper, *The Logic of Scientific Discovery*.

H. A. Simon, *On judging the plausibility of theories*, în J. F. Staal, B. van Rootselaar, (eds.), *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, North-Holland, Amsterdam, 1968.

14. MĂSURAREA ÎN CUNOAŞTEREA ŞTIINŢIFICĂ:

E. W. Adams, *On the Nature and Purpose of Measurement*, în „Synthese", 1966.

C. W. Churchman, P. Ratoosh, (eds.), *Measurement: Definition and Theories*, New York, John Wiley and Sons, 1959.

B. Ellis, *Basic Concepts of Measurement*, Cambridge Univ. Press, 1966.

P. Suppes, J. L. Zinnes, *Basic Measurement Theory*, în „Handbuch of Mathematical Psychology", vol. X, New York, 1963.

15. EXPERIMENTUL ŞTIINŢIFIC:

D. C. Baird, *Experimentation: An Introduction to Measurement Theory and experiment design*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1962.

M. Bunge, *Scientific Research*, II, chap. 14.

Th. Kuhn, *A function for thought experiments*, în *Melanges Al. Koyré*, vol. 2, *L'aventure de l'esprit*, Paris, Hermann, 1964.

O. Onicescu, *Experience en pensée*, în *Recherches sur la Philosophie des Sciences*, Bucureşti, Editura Acad., 1971.

C. F. von Weizsäcker, *Das Experiment*, *Studium Generale*, nett. I, 1947—48.

16. INFERENŢA ŞTIINŢIFICĂ:

P. Botezatu, *Valoarea deducţiei*, Bucureşti Ed. ştiinţifică, 1972.

R. Carnap, *Logical Foundations of Probability*, Univ. of Chicago Press, 1950.

Scanned with OKEN Scanner

R. A. Fischer, *Statistical Methods and Scientific Inference*, Edinburgh and London, Oliver and Boyd, 1956.

Z. Czerwinski, *Statistical inference, induction and deduction*, în „Studia Logica", 7, 243, 1958.

M. Bunge (ed.), *The Critical Approach*, part I, New York, Free Press, 1964 (în special articolele lui P. Bernays, J. Giedymin, J. Watkins).

W. C. Salmon, *The Foundations of Scientific Inference*, Pittsburg Univ. Press, 1967.

17. ADEVĂRUL ŞTIINŢIFIC:

M. Bunge, *Adevărul*, în „Revista de referate, recenzii şi sinteze", CIDSP, nr. 4, 5, 1972.

M. Marcović, *The Problem of Truth*, în *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. V, Reidel, Dordrecht-Holland, 1969.

I. Pârvu, *Problema adevărului în logica ştiinţei*, în *Analele Universităţii Bucureşti, Filozofie*, XXI, nr. 1—1972.

W. Stegmüller, *Das Wahrheitsproblem und die Idee der Semantik*, Wien, Springer, 1957.

A. Tarski, *Der Wahrheitsbegriff in der formalisierten Sprachen*, în „Studia Philosophica", 1, 1936.

Partea a III-a EPISTEMOLOGIA LOGICII

1. LUCRĂRI GENERALE; INTERPRETĂRI EPISTEMOLOGICE ALE LOGICII:

F. Gonseth, *Qu'est-ce que la logique*, Paris, Hermann, 1937.

Ed. Husserl, *Logische Untersuchungen*, Niemeyer, Halle, 1913.

Gr. C. Moisil, *La logique formelle et son problème actuel*, în *Istoria filozofiei moderne*, vol. IV, Bucureşti, 1939.

J. Piaget, *Les interpretations épistemologiques possibles de la logique*, în J. Piaget (ed.), *Logique et connaissance scientifique*.

H. Putnam, *Philosophy of Logic*, New York, Harper & Row, 1971.

W. van O. Quine, *Philosophy of Logic*, New Jersey, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1970.

* * * *Filosofskie problemî sovremennoi formalinoi loghiki*, Moskva, 1962.

2. LOGICĂ, ŞTIINŢĂ, EXPERIENŢĂ:

A. Church, *Logică şi matematică*, în *Logică şi filozofie*, Bucureşti, Editura politică, 1966,

A. A. Fraenkel, *Logik und Mathematik*, în „Studium Generale" h. 3, 1966.

H. Hermes, *Die Rolle der Logik beim Aufbau Naturwissenschaften Theorien*, Münster, 1967.

G. Kreisel, *Mathematical Logic : What Has It Done for the Philosophy of Mathematics*, în R. Schoenman (ed.), *Bertrand Russell, Philosopher of the Century*, London, G. Allen & Unwin, 1967.

* * * *Logique et experience.*

3. ADEVĂR LOGIC, DEMONSTRABILITATE, CERTITUDINE:

R. Carnap, *Introduction to Semantics*, Harvard Univ. Press, 1942.

W. van O. Quine, *The Ways of Paradox and Other Essays*, New York. Random House, 1966.

M. Schlick, *Über das Fundament der Erkenntnis*, în *Erkenntnis*, IV, 1934.

A. Tarski, *Logic, Semantics, Metamatematics*, Oxford, Clarendon Press, 1956.

A. A. Zinoviev, *Logika Nauki*, Moskva, Mîsli, 1971.

H. Weyl, *Philosophie der Mathematick und Naturwissenschaften*, R. Oldenbourg, München/Berlin, 1927.

4. UNITATEA ŞI PLURALISMUL LOGICII:

R. Carnap, *Logische Syntax der Sprache*, Wien, Springer, 1934.

J. Lukasiewicz, *Selected Works*, Amsterdam, North-Holland, 1970.

A. A. Zinoviev, *Filosofskie problemî mnogoznacinoi logiki*, Moskva, Akad. Nauk. 1960.

5. INTUITIV ŞI FORMAL; LOGICA ŞI GÎNDIREA NATURALĂ; EVIDENŢA:

R. Blanché, *Raison et discours. Défense de la pensée réflexive*, Paris, J. Vrin, 1967.

P. Botezatu, *Schiţă a unei logici naturale*, Bucureşti, Editura ştiinţifică, 1969.

M. Bunge, *Intuition in Science*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1962.
J. Ladriére, *Les Limitations intérnes des formalismes*, Paris, P.U.F., 1957.

R. Martin, *Logique contemporaine et formalisation*, Paris, P.U.F., 1964.

N. Rescher, *A theory of evidence*, în „Philosophy of Science", 25, nr. 1, 1958.

6. LOGICĂ ŞI ONTOLOGIE FORMALĂ:

R. Carnap, *Empirism, semantică şi ontologie*, în *Semnificaţie şi necesitate*.

Scanned with OKEN Scanner

A. Church, *Ontological Commitment*, în „Journal of Philosophy", 55, 1958.

G. Hasenjaeger, *Logik und Ontologie*, în „Studium Generale", h. 3, 1966.

J. Hintikka, *Existential Presuppositions and Existential Commitments*, în „Journal of Philosophy" 56, 1958.

W. van O. Quine, *Ontological Relativity and Other Essays*, New York, Columbia Univ. Press, 1969.

The Monist, april 1969.

7. LOGICA ŞI LIMBA NATURALĂ:

D. P. Gorski, *Formalinaia logika i iazîk*, în *Filosofskie voprosî sovremennoi formalinoi loghiki*, Moskva, 1962.

G. Patzig, *Sprache und Logik*, Göttingen, V. R. Kleine Vanderhoeck Reihe, 1971.

W. Stegmüller, *Sprache und Logik*, în „Studium Generale", h. 2, 1956.

P. F. Strawson, *Introduction to Logic*, Methuen & Co., London, 1952.

8. LOGICĂ ŞI INFORMAŢIE; INFORMAŢIA SEMANTICĂ:

R. Carnap, Y. Bar-Hillel, *An Outline of a Theory of Semantic information*, în „Technical Report", nr. 247, MIT Research Laboratory in Electronics, 1952.

I Hintikka, P. Suppes (eds.), *Information and Inference*, Reidel, Dordrecht-Holland, 1970.

K. R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery*.

9. EPISTEMOLOGIA LOGICII INDUCTIVE:

R. Carnap, *Inductive logic and inductive intuition*, în J. Lakatos (ed.), *The Problem of Inductive Logic*, North-Holland, Amsterdam, 1968.

J. Lakatos, *Changes in the Problem of Inductive Logic*, în J. Lakatos (ed.), *The Problem of Inductive Logic*.

I. Levi, *Gambling with Truth*, Knopf, New York, 1967.

L. Savage, *Implications of Personal Probability for Induction*, „Journal of Philosophy", 64, nr. 19, oct. 1967.

H. E. Kyburg, E. Nagel (eds.), *Induction: Some current issues*, Wesleyan Univ. Press, 1963.

Partea a IV-a. EPISTEMOLOGIA MATEMATICII

1 LUCRĂRI GENERALE:

E. W. Beth, *The Foundations of Mathematics. A study in the philosophy of science*, Amsterdam, North-Holland, 1959.

Scanned with OKEN Scanner

F. Gonseth, *Les fondements des mathématiques*, Paris, Blanchard, 1926.

J. Hintikka (ed.), *The Philosophy of Mathematics*, Oxford, Univ. Press, 1969.

J. Lakatos (ed.), *Problems in the Philosophy of Mathematics*, North-Holland, Amsterdam, 1968.

O. Onicescu, *Principes de Logique et Philosophie Mathématique*, Bucureşti, Editura Academiei, 1971.

H. Putnam, P. Benaceraff (eds.), *Philosophy of Mathematics*, Prentice Hall, 1964.

Les Grands Courants de la Pensée mathématique, présentes par F. le Lionnais, „Cahiers de Sud", Paris, 1948.

2. ISTORIA EPISTEMOLOGIEI MATEMATICII:

St. Körner, *Introducere în filosofia matematicii*, Bucureşti, Editura ştiinţifică, 1966.

3. PROGRAME FUNDAMENTALE ÎN EPISTEMOLOGIA MATEMATICII:

N. Bourbaki, *Foundations of Mathematics for Working Mathematician*, în „Journal of Symbolic Logic", vol. XIV, 1949.

H. B. Curry, *An Outline of the Formalist Philosophy of Mathematics*, North-Holland, Amsterdam, 1951.

A. Heyting (ed.), *Constructivity in Mathematics*, North-Holland, Amsterdam, 1959.

G. Kreisel, *Hilbert's programme*, în „Dialectica", 47/48, 1958.

H. Mehlberg, *The Present Situation in the Philosophy of Mathematics*, în *Logic and Language*. Studies dedicated to Professor Rudolf Carnap, Reidel, Dordrecht-Holland, 1962.

B. Russell, *Introduction to Mathematical Philosophy*, London, 1919.

4. STRUCTURILE MATEMATICE ŞI REALITATEA; CONSTRUCŢIE ŞI ADECVARE:

N. Bourbaki, *Arhitectura matematicii*, în *Logică şi filosofie*, Bucureşti, Editura politică, 1966.

J. Dieudonné, *L'axiomatique dans les mathématiques modernes*, Congrès Intern. de Phil. Scientifique, Paris, 1949; Hermann, 1951.

J. Ladriére, *Objectivité et réalité en mathématiques*, în „Dialectica", vol. 20, 2, 1966.

J. Piaget, *Construction et rigueur*, în *Logique et connaissance scientifique*, p. 566–577.

S. Stoilow, *Gîndirea axiomatică în matematica modernă*, în *Matematica şi viaţa*,

5. ADEVĂR ŞI DEMONSTRAŢIE:

H. B. Curry, *Remarks on the nature and definition of mathematics*, în „Dialectica", 48, 1954.

J. Cavaillés, *Reflexions sur la nature du fondement des mathématiques*, în *Travaux du IX-e Congrès Internationale de Philosophie*, IV, *Logique et mathématique*, Paris, Hermann, 1937.

G. H. Hardy, *Mathematical Proff*, în „*Mind*, 149(1929), 17.

C. G. Hempel, *On the Nature of Mathematical Truth*, în H. Putnam, P. Benaceraff (eds.), *Philosophy of Mathematics*.

H. Hermes, *Wahrheit in der Mathematik*, în *Wissenschaft und Wahrheit*, P. Lorenzen.

6. INTUITIV ŞI FORMAL ÎN MATEMATICĂ; LIMITELE FORMALIZĂRII:

R. D. Dubarle, *Formalisations et théorèmes critiques*, în „Dialectica", 41/42, 1957.

A. Heyting, *Mathematische Grundlagenforschungen. Intuitionismus, Beweis theorie*, Berlin, Springer, 1934.

A. Dumitriu, *Mecanismul logic al matematicilor*, Bucureşti, Editura Academiei, 1968.

S. C. Kleene, *Introduction to Metamathematics*, New York, D.Van Nostrand, 1952.

E. Nagel, J. Newman, *Gödel's Proof*, An explanation of the new ideas in mathematics and logic put forward by Kurt Gödel, 1959.

B. van Rootselaar, *Intuition and Konstruktion*, în „Studium Generale", h. 3, 1966.

7. EPISTEMOLOGIA PROBABILITĂŢII:

R. Carnap, *Logical Foundations of Probability*, Chicago Univ. Press, 1950.

F. Gonseth, *Sur la méthodologie du calcul des probabilités*, în „Dialectica", 75/76, 1965.

B. de Finetti, *Teoria delle Probabilità*, Turin, 1970.

K. Popper, *The propensity interpretation of probability*, în „British Journal for the philosophy of science", 10, 25 (1959).

F. P. Ramsey, *Truth and probability*, în *The Foundations of Mathematics*, 1931, p. 156—198.

H. Reichenbach, *Wahrscheinlichkeitslehre*, Leiden, 1935.

L. J. Savage, *The Foundations of Statistics*, New York, Wiley, 1954.

8. MATEMATICA ŞI ENTITĂŢILE ABSTRACTE:

P. Bernays, *Mathematische Existenz und Widerspruchsfreiheit*, în *Études de philosophie des Sciences*, Griffon, Neuchatel, 1959.

Scanned with OKEN Scanner

J. M. Bochenski, A. Church, N. Goodman, *The Problem of Universals, a symposium*, Nôtre Dame, Indiana, 1956.

Th. Skolem, *Sur la portée du théorème de Löwenheim-Skolem*, în F. Gonseth (ed.), *Les entretiens de Zürich sur les fondements et la méthode des sciences mathématiques*, Zürich, 1941.

P. Weingartner (ed.), *Deskription, Analytizität und Existenz*, A. Pustet, München/Salzburg, 1966.

Partea a V-a. EPISTEMOLOGIA FIZICII

1. LUCRĂRI GENERALE:

M. Bunge, *Foundations of Physics*, Berlin-Heidelberg-New York, Springer, 1967.

R. Carnap, *Philosophical Foundations of Physics* (M. Gardner (ed.)), Basic Books, 1966.

M. Born, *Fizica în vremea generației mele*, București, Editura științifică, 1969.

W. Heisenberg, *Physics and Philosophy; The Revolution in Modern Science*, Harper, New York, 1958.

G. Holton, *Introduction to Concepts and Theories in Physical Science*, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1958.

H. Margenau, *The Nature of Physical Reality, A Philosophy of Modern Physics*, New York, McGraw-Hill, 1950.

P. Mittelstaedt, *Problemele filosofice ale fizicii moderne*, București, Editura științifică, 1971.

2. STRUCTURA TEORIEI FIZICE:

M. Bunge, *The Structure and Content of a Physical Theory*, în M. Bunge (ed.), *Delaware Seminar in the Foundations of Physics*, Berlin-Heidelberg-New York, Springer, 1967.

P. Duhem, *La Théorie Physique*, Paris, Rivière, 1912.

P. Fevriér, *La structure des théories physiques*, Paris, P. U. F., 1951.

B. C. Fraasen, *On the extension of Beth's semantics of physical theories*, în „Philosophy of Science", 37, nr. 3, 1970.

3. CONSTRUCȚIA ȘI RECONSTRUCȚIA TEORIILOR FIZICE:

M. Bunge, *Physical Axiomatics*, în „Review of Modern Physics", *39*, 1967.

R. Fürth, *The Rolle of Models in Theoretical Physics*, în *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. V, 1965.

L. Henkin, P. Suppes, A. Tarski (eds.), *The Axiomatic Method with Special Reference to Geometry and Physics*, North-Holland, 1959.

Scanned with OKEN Scanner

J. Sneed, *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Reidel, 1971.

H. A. Simon, *The axiomatization of Physical Theories*, în „Philosophy of Science", *7*, 1970.

4. REALITATE FIZICĂ ȘI OBIECTIVITATE:

R. Blanché, *La science physique et la realité*, Paris, P. U. F., 1948.

N. Bohr, *Convorbiri cu Einstein asupra problemelor epistemologice ale fizicii atomice*, în N. Bohr, *Fizica atomică și cunoașterea umană*, București, Editura științifică, 1969.

M. Born, *Symbol et realité*, în „Dialectica", nr. 2, 1966.

M. Bunge, *What are Physical Theories About?*, în *American Philosophical Quarterly*, Monograph, no. 3, 1969.

F. Gonseth, *Remarque sur l'idée de la complementarité*, în „Dialectica", 1948.

H. Margenau, J. Park, *Objectivity in Quantum Mechanics*, în M. Bunge (ed.), *Delaware Seminar in the Foundations of Physics*, Berlin-Heidelberg-New York, Springer, 1967.

5. MĂSURARE ȘI EXPERIMENT; DEFINIȚII OPERAȚIONALE ȘI OPERAȚIONALISM:

P. W. Bridgman, *The Logic of Modern Physics*, New York, MacMillan 1927.

P. Caws, *Definitions and Measurement in Physics*, în C. West Churchman, (ed.), *Mesurement, Definitions and Theories*, New York, Wiley, 1959.

D. P. Gorski, *Operaționalinoie opredelenia i operaționalism, P. W. Bridgmena*, în „Voprosî filosofii", nr. 6, 1971.

J. Klüver, *Operationalismus*, Stuttgart, Fromann, 1971.

H. Margenau, *Philosophical problems concerning the meaning of measurement in physics*, în C. West Churchman, *Measurement* ...

P. Mittelstaedt, *Problemele filosofice ale fizicii moderne*, cap. 3.

6. EPISTEMOLOGIA TEORIEI RELATIVITĂȚII:

P. W. Bridgman, *Einstein's theories and the operational point of view*, în P. A. Schilpp (ed.), *A. Einstein, philosopher-scientist*, Evanston, III., 1949.

A. Einstein, *The Principle of Relativity*, New York, Dover, 1952.

A. Fine, *Physical Geometry and Physical Laws*, în „Phylosophy of Science" 31, 1964.

A. Grünbaum, *Philosophical Problems of Space and Time*, New York, Knopf, 1963.

H. Reichenbach, *The Theory of Relativity and A Priori Knowledge*, Univ. of California Press, 1955.

Scanned with OKEN Scanner

K. Gödel, *A remark on the relationship between relativity theory and idealistic philosophy*, în P. A. Schilpp (ed.), *Albert Einstein, Philosopher-Scientist*.

7. EPISTEMOLOGIA ŞI LOGICA MECANICII CUANTICE:

N. Bohr, *Fizica atomică şi cunoaşterea umană*, Bucureşti, Editura ştiinţifică, 1969.

M. Bunge (ed.), *Delaware Seminar in the Foundations of Physics*, Berlin-Heidelberg-New York, Springer, 1967.

W. Heisenberg, *Physics and Philosophy*, Harper, New York, 1958.

M. Jammer, *The Conceptual Development of Quantum Mechanics*.

H. Reichenbach, *Philosophical Foundations of Quantum Mechanics*, Univ. of California Press, 1944.

* * * *Epistemologie de la physique quantique*, în „Dialectica", nr. 75/76, 1955.

G. Birkhoff, J. von Neumann, *The logic of quantum mechanics*, în *Ann. of Math. 37*, 823, 1936.

P. Mittelstaedt, *Untersuchungen zur Quantenlogik*, în *Sitz. der Bayer Akad.* der Wissensch, München, 1959.

C. F. von Weizsäcker, *Komplementarität und Logik*, în „Naturwissenschaften", *42*, p. 521, 1955.

Scanned with OKEN Scanner

Redactor: MIHAI DAVID
Tehnoredactor: CARANFIL ENE

Coli de editură: 24,84. Coli de tipar: 20,75.
Bun de tipar: 26 martie 1974.
Apărut: aprilie 1974.

București
Republica Socialistă România

Scanned with OKEN Scanner